FACULTÉ MIXTE
DE
MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

N° 115

Contribution à l'étude des aspects toxicologiques de la pathologie du travail dans les mines d'antimoine du Maroc

THESE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Marseille

Le 21 Décembre 1956

PAR

Georges Marie SOUCHÈRE

Né le 31 Mars 1926, à Marseille

Diplômé de Médecine Tropicale

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

	Prof. J. SAUTET,	*Président*
Examinateurs de la Thèse	Prof. A. RANQUE Prof. agr. H. OLLIVIER Prof. agr. E. DESANTI Prof. agr. R. DEPIED	*Assesseurs*

Éditions LECONTE
98, Cours Lieutaud
MARSEILLE
1 9 5 6

Contribution à l'étude des aspects toxicologiques de la pathologie du travail dans les mines d'antimoine du Maroc

---

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

FACULTÉ MIXTE
DE
MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

N°

Contribution à l'étude des aspects toxicologiques de la pathologie du travail dans les mines d'antimoine du Maroc

THÈSE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Marseille

Le 21 Décembre 1956

PAR

Georges Marie SOUCHÈRE

Né le 31 Mars 1926, à Marseille

Diplômé de Médecine Tropicale

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Examinateurs de la Thèse	Prof. J. SAUTET,	*Président*
	Prof. A. RANQUE Prof. agr. H. OLLIVIER Prof. agr. E. DESANTI Prof. agr. R. DEPIED	*Assesseurs*

Éditions LECONTE
98, Cours Lieutaud
MARSEILLE
1 9 5 6

PERSONNEL DE LA FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE MARSEILLE

Doyen : G. MORIN — *Assesseur :* J. DELPHAUT

Professeurs honoraires : MM. AUDIBERT, BELTRAMI, BREMOND, GABRIEL, HECKENROTH, JOYEUX, MONGES, MOIROUD OLMER, RIMATTEI, ROCHE.

Secrétaire principal : J. COMTE — *Bibliothécaire :* Mlle PERRIN

PROFESSEURS

Anatomie	GRISOLI
Anatomie pathologique	GASTAUT
Bactériologie et Pathologie générale	BRAHIC
Botanique et Cryptogamie	PELLISSIER
Cardiologie clinique et expérimentale	JOUVE
Chimie médicale	DERRIEN
Chimie analytique et Hydrologie	ARNOUX
Chimie	DUMAZERT
Clinique chirurgicale	N...
Clinique chirurgicale	CARCASSONNE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédique	SALMON
Clinique chirurgicale thérapeutique et Chirurgie expérimentale	De VERNEJOUL
Clinique dermato-syphiligraphique	CHARPY
Clinique exotique	BLANC
Clinique des maladies du système nerveux	POURSINES
Clinique médicale	MATTEI
Clinique médicale	POINSO
Clinique médicale thérapeutique	OLMER J.
Clinique des maladies des voies digestives et de la nutrition	RECORDIER
Clinique médicale infantile	GIRAUD
Clinique neuro-chirurgicale	PAILLAS
Clinique obstétricale et gynécologique	CHOSSON
Clinique ophtalmologique	JAYLE
Clinique urologique	CHAUVIN
Histologie	PICARD
Hygiène et Médecine préventive	SAUTET
Matière médicale	BALANSARD
Médecine légale et Médecine du Travail	MOSINGER
Parasitologie	RANQUE
Pathologie chirurgicale	DOR.
Pathologie interne	AUDIER
Pharmacologie	MERCIER
Pharmacie chimique et Toxicologie	VIGNOLI
Pharmacie galénique	DELPHAUT
Physiologie	MORIN
Stomatologie	MARONNEAUD
Physique médicale	DUBOULOZ
Thérapeutique	PIERI
Professeur sans chaire	ROUX
Professeur sans chaire	DONNET

Maîtres de Conférences Agrégés

MM. BERNARD Pierre
BOURRET
DEPIED
DESANTI
GAMBARELLI
GREBUS
LISSITZKY
J. MERCIER
MOURGUE
PASTOR
PAYAN
TAMALET

Agrégés en exercice

MM. APPAIX
BERNARD René
CHARPIN
CHAUVIN
CREMIEUX
DEVIN
GRANJON
LAVAL
METRAS
MONGES Henri
MOUREN
OLLIVIER
ORSINI
OURGAUD
PAOLI
RAYBAUD
SERMENT

Agrégés libres

MM. BERTHIER
FIGARELLA
HENRY
IMBERT
LAMY
LENA
VAGUE

Chargés des fonctions de Maître de Conférences

Histologie ..... M. STAHL

A MON PERE ET A MA MERE

Qui ont consenti pour moi tant de sacrifices. Qu'ils trouvent ici un témoignage d'amour et de profonde reconnaissance.

A TOUS LES MIENS,

A LA MEMOIRE
DE MON CAMARADE D'ETUDES JACQUES OLIVA

Ancien Externe des Hôpitaux
Médaille d'Honneur des Epidémies "Vermeil"

Il fut presque un frère. Par son intelligence aiguë, sa délicate gentillesse, son entier dévouement, sa haute conscience professionnelle, il reste pour moi un exemple inoubliable.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR J. SAUTET

Directeur de l'Institut d'Hygiène

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse, qu'il veuille bien trouver ici l'assurance de notre respectueuse gratitude.

A NOTRE JURY DE THESE

A Monsieur le Professeur A. RANQUE

Qui par son enseignement nous a ouvert les portes de la pathologie exotique.

Nous lui exprimons ici notre reconnaissance et notre entier dévouement.

A Monsieur le Professeur Agrégé H. OLLIVIER

Docteur ès-Sciences

Chargé de la Chaire de Médecine Légale et de Médecine du Travail

Directeur du Laboratoire Inter-Régional de Police Scientifique de Marseille

Qui par la bienveillance qu'il nous témoigna et la précieuse expérience dont il nous fit bénéficier, permit la réalisation de cette thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur Agrégé E. DESANTI

Qui a accepté si spontanément de nous conseiller et de siéger dans ce jury. Nous sommes heureux de pouvoir lui témoigner ici notre profonde reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Agrégé R. DEPIED

Nous avons souvent profité de la clarté de son enseignement pratique, notre séjour au Maroc nous en a montré le grand intérêt.

Nous lui sommes très reconnaissant de bien vouloir juger notre travail.

A MES MAITRES DE FACULTÉ

A MES MAITRES DES HOPITAUX

A Monsieur le Docteur J. GAUD

Directeur de l'Institut d'Hygiène du Maroc

Il nous apporta tout au long de ce travail l'appui de ses conseils.

Nous le prions de croire à notre grande reconnaissance.

A Monsieur le Docteur J. RODIER

Directeur du Service de Toxicologie de Rabat

Il nous a confié ce sujet de thèse et nous a aidé chaque jour.

C'est sous sa direction que nous avons travaillé dans ses laboratoires.

Les examens biologiques et spectrographiques qui constituent les éléments de base de cette étude, ont pu être effectués grâce à la parfaite organisation technique du service et la haute compétence du personnel.

Nous sommes heureux de pouvoir lui dédier ce travail en témoignage de notre profonde reconnaissance.

A Monsieur le Docteur BIECHLER

Directeur de l'Hôpital Avicenne - Rabat

Nous lui serons toujours redevable des preuves de sympathie qu'il a manifestées à notre égard.

A Monsieur le Docteur P. DANSET

Médecin-Chef du Service de Cardiologie
de l'Hôpital Civil de Rabat

En témoignage de ma respectueuse reconnaissance pour la bienveillante et délicate compréhension dont il a fait preuve durant l'élaboration de cette thèse.

A MES CAMARADES DE L'INTERNAT DE RABAT.

AU PERSONNEL DU LABORATOIRE DE TOXICOLOGIE DE RABAT.

Que je remercie vivement pour son aide amicale.

Avant propos

Bien que le Maroc soit un pays richement pourvu en gisements miniers, bien que les produits de l'exploitation du sous-sol constituent l'essentiel des exportations du pays, les recherches sur la pathologie professionnelle des mineurs y sont relativement récentes. Pendant longtemps, en effet, l'attention des responsables de la Santé Publique et celle des organismes médicaux de recherche a été accaparée par des grands fléaux endémoendémiques : peste, typhus, variole, paludisme, tuberculose, syphilis. Il fallut attendre 1946 pour voir paraître les premiers travaux ayant trait aux intoxications professionnelles dans les mines.

Au cours des dix dernières années ont paru une série de travaux sur les plus graves de ces intoxications : manganisme, silicose, saturnisme. Des textes ont traduit sur le plan législatif et médico-social les résultats de ces travaux. Une étude a été faite, d'autre part, sur les intoxications arsenicales observées chez les ouvriers des mines de cobalt.

Aucune étude jusqu'à ce jour n'avait été faite parmi les mineurs d'antimoine. Malgré l'importance réduite donnée à l'extraction de la stibine dans la production minière générale marocaine, il nous a paru utile d'examiner sur place une centaine d'ouvriers occupés dans les mines d'antimoine du Maroc central. Nous avons ensuite comparé nos résultats avec les faits cliniques déjà décrits lors d'intoxications stibiées dans l'industrie, pour essayer de mieux les interpréter.

Plan d'étude

Pour mener à bien notre travail, nous avons consacré un premier chapitre aux généralités, en rappelant les principaux usages de l'antimoine. Nous avons examiné ensuite la situation minière du Maroc en ce qui concerne ce métal, en particulier, ses conditions d'exploitation dans chacune des mines.

Nous avons traité l'intoxication stibiée en général dans un deuxième chapitre.

Nous avons exposé les résultats de nos recherches personnelles sur les mineurs des mines marocaines de stibine, dans un troisième chapitre :

— Recherches sémiologiques.
— Recherches hématologiques.
— Recherches sur la fixation et l'élimination de l'antimoine.

Les considérations étiologiques sur l'intoxication ont fait l'objet du quatrième chapitre.

Enfin, nous aidant d'expériences faites sur les chantiers, nous avons parlé dans le cinquième chapitre de la prophylaxie.

Nous avons terminé en tirant les conclusions d'ordre clinique et pratique qui se dégagent de nos constatations.

CHAPITRE PREMIER

Généralités sur l'antimoine

Historique

L'antimoine est connu depuis l'Antiquité. Pline le cite dans ses ouvrages et l'on a retrouvé dans les ruines de l'ancienne Egypte des alliages qui en contenaient.

L'industrie utilise depuis fort longtemps ses propriétés de durcir les métaux auxquels on l'allie et de noircir l'acier. En médecine, il semble avoir pris place à la suite des expériences du moine Bazile Valentin, expériences malheureuses si l'on en croit la littérature de l'époque, puisque c'est à la suite des essais thérapeutiques sur les coreligionnaires du bénédictin que lui aurait été donné le nom d'antimoine. Puis, à la suite de périodes successives de vogue et de discrédit, l'antimoine s'est vu inscrire au Codex en 1637 sur avis de la Faculté de Médecine. Les progrès de la technique moderne, en faisant de plus en plus largement appel aux propriétés physico-chimiques de l'antimoine, ont rapidement étendu l'éventail de ses applications.

Répartition de l'antimoine dans la nature

En dehors des gisements, on retrouve l'antimoine sur toute l'écorce terrestre. Il est présent dans un grand nombre de minéraux, notamment les minéraux sulfurés ; on l'a signalé dans la houille et certaines eaux minérales, dans l'eau de mer, quelques eaux de rivière. On l'a mis en évidence enfin dans des météorites.

Mais aucune expérience n'a pu permettre jusqu'à maintenant de lui faire jouer un rôle biologique quelconque et force est, dans l'état actuel de nos connaissances, de le considérer comme un élément anormal de l'organisme.

Principaux usages de l'antimoine

Usages industriels

En électro-chimie l'antimoine entre dans la fabrication des plaques de plomb des batteries où il est utilisé dans la proportion de 7 %. Il permet ainsi une plus grande finesse de moulage, une plus grande résistance à la corrosion, une ductilité supérieure permettant de réaliser des plaques plus fines et de ce fait plus nombreuses sous un même volume. Aux U.S.A. 30 % de l'antimoine utilisé est employé à cet usage.

Usages métallurgiques sous forme d'alliages

Métaux anti-friction : L'antimoine entre dans la proportion de 3 à 20 % dans ces alliages, associé à l'étain ou au plomb. Les meilleurs résultats sont obtenus en réalisant un mélange : étain, plomb, antimoine, cuivre. Suivant les besoins, on fait varier les proportions respectives de ces différents métaux. Les métaux anti-friction absorbent 20 % de la consommation des U.S.A. en antimoine.

Métal d'imprimerie : En imprimerie, on utilise un mélange contenant en association de l'antimoine, du plomb et de l'étain et parfois du cuivre. En effet, lors du moulage des caractères, il se produit au moment du refroidissement une certaine rétraction ; l'antimoine, en abaissant le point de fusion, réduit cet inconvénient et facilite la coulée.

Munitions : Le plomb qui est employé pour les munitions de chasse et de guerre est durci à l'antimoine. On y ajoute parfois un peu d'arsenic afin de renforcer cette dureté.

Gaines de câble : Ces enveloppes sont constituées par un mélange de plomb avec un peu d'antimoine (0,75 %).

Plomb dur : Ces plaques utilisées dans les revêtements des toitures et des doublages sont souvent constituées par un mélange de plomb et d'antimoine.

« *Fausse argenterie* » : Pour sa fabrication, on utilise un alliage d'étain et d'antimoine additionné d'un peu de cuivre.

Usages chimiques de l'antimoine et de ses composés

Fabrication des émaux et des peintures : Dans la composition des émaux, on introduit du trioxyde d'antimoine. Ainsi, pour opacifier l'émail blanc, il tend à remplacer de plus en plus l'oxyde d'étain car il donne un meilleur brillant. On l'utilise aussi comme base de nombreuses peintures à cause de son opacité et de sa blancheur.

Dans la fabrication d'enduit ininflammable, on procède d'abord à une imprégnation du matériel avec du carbonate de soude et ensuite, on passe un mélange de chlorure d'antimoine avec un solvant organique.

Dans la vulcanisation du caoutchouc, on utilise le pentasulfure d'antimoine connu dans l'industrie sous le nom de Timonox.

Comme colorants, on se sert de l'antimoine noir ou noir de fer pour bronzer l'acier et donner un reflet métallique aux moulages de plâtre. On utilise aussi dans l'industrie l'antimoine rouge ou vermillon d'antimoine, le jaune d'antimoine, le bleu d'antimoine.

Usages divers

— L'émétique (tartrate d'antimoine et de potasse) sert dans l'industrie des teintures comme mordant.

— Le sulfure d'antimoine rentre dans la fabrication des bombes fumigènes, des balles traçantes.

— Enfin, on emploie l'antimoine dans la fabrication de la pâte des allumettes dites de « sûreté ».

USAGES EN MÉDECINE

Si l'antimoine occupait dans l'ancien arsenal thérapeutique une place importante, il n'entre plus aujourd'hui que pour une part minime dans la préparation des médicaments modernes.

Il fut utilisé autrefois à l'état de métalloïde sous forme de « pilules perpétuelles ». Le chlorure dont la médecine a utilisé pendant longtemps les propriétés caustiques est réservé aujourd'hui à l'usage vétérinaire. Citons encore pour mémoire la poudre d'algaroth, préparation vomitive.

La thérapeutique actuelle utilise deux groupes de préparations antimoniées.

Les composés minéraux

L'oxyde blanc d'antimoine (antimoniate acide de potassium, antimoine diaphorétique lavé, fleur argentine) est encore prescrit quelquefois en association avec d'autres produits comme expectorant.

Le kermès minéral : mélange de sulfure d'antimoine et de pyro-antimoniate de sodium se présente sous forme de poudre rouge-brun veloutée. Il est utilisé aussi comme expectorant.

Les composés organiques

L'émétique (tartrate d'antimoine et de potasse, ou tartre stibié) est administré comme vomitif, on l'emploie dans la lutte contre diverses parasitoses : trypanosomiase, bilharziose, leishmaniose, filariose, etc... On remplace avantageusement l'émétique de potassium par l'émétique de sodium.

Les dérivés de la stibamine : Un certain nombre d'autres produits organiques ayant les mêmes indications anti-parasitaires dérivent de la *stibamine* qui est de l'atoxyl dans lequel l'antimoine pentavalent est substitué à l'arsenic, ce sont :

— la stibamine uréique ou uréa-stibamine,
— l'acétyl stibamine (stibacétine, stibényl),
— l'acétyl chloro-stibamine (stibosan),
— la stibosamine (néo-stibosan),
— le sel de méthylglucamine de la stibamine ou pentastib,

Deux autres composés antimoniés organiques d'utilisation relativement récente sont constitués par de l'acide antimoniopyrocatéchine tétra-sulfonique. Le sel de sodium de cet acide est commercialisé sous le nom de fouadine ou néo-antimosan et le sel de potassium sous le nom d'antimosan.

On doit noter aujourd'hui que l'expérience de la médication antimoniée a permis de mettre en évidence la supériorité d'action des produits pentavalents et de ce fait les préparations trivalentes se voient abandonnées peu à peu à leur profit.

Minerais d'antimoine et principaux pays producteurs

L'antimoine se rencontre soit à l'état natif soit dans un grand nombre de minéraux. Il est en général combiné au soufre ou à l'oxygène.

L'antimoine natif se présente sous forme de masses lamellaires ou réniformes ou encore, plus rarement, en cristaux rhomboédriques. Sa teneur en métal pur est, d'après C.Y. Wang, de 94 à 98 % ; il est souvent accompagné d'un arseniure de formule As_3Sb appelé allemontite.

Le minerai le plus courant est la stibine ou antimonite S_3Sb_2. Le sulfure d'antimoine cristallise dans le système orthorhombique, il se présente tantôt en prismes striés, tantôt en aiguilles ou en masses fibreuses. On le trouve en filons, plus rarement dans les formations sédimentaires.

Assez souvent, la stibine est mélangée à d'autres sulfures :

la berthierite ..... sulfure ferrifère
la pyrargyrite ..... Ag_3SbS_3
la polybasite ..... sulfure d'argent et d'antimoine
la wolfsbergite ..... S_4CuSb
la guerjarite ..... contient aussi du cuivre
la boulangerite, la plagionite, la zinckenite, etc...

Par ordre d'importance, viennent ensuite les oxydes :

sénarmontite ..... Sb_2O_3 cristallisée dans le système cubique
valentinite ou exitèle. Sb_2O_3 cristallisée dans le système orthorhombique
cervantite ..... Sb_2O_4

On rencontre aussi des minéraux hydratés :

stibiconite ..... $Sb_2O_4.H_2O$

des minéraux oxysulfurés : kermesite ..... $2\ Sb_2S_3.Sb_2O_3$

On connaît aussi une série de composés plus complexes où

voisinent l'antimoine, le calcium, le sodium, le fer, le manganèse, le cuivre, l'argent, le plomb, etc... levingstonite ..... $HgSb_4S_7$

jamesonite ..... $Pb_2Sb_2S_5$ tetrahedrite ..... $Cu_8Sb_2S_7$

nadorite ..... $PbSbO_2Cl$ dyscrasite ..... Ag_3Sb

Il existe enfin des antimoniures, des thioantimoniures des antimoniates, des silico-antimoniates.

Les minerais métalliques le plus souvent associés aux minerais d'antimoine sont : la pyrite, la galène, la sphalerite, la chalcopyrite, l'arsenopyrite, l'or, l'argent et rarement la bismuthinite, la molybdenite, la cobaltite, etc...

Les gangues les plus communes sont par ordre d'importance le quartz, la calcite, la baryte, le gypse, la siderite et parfois la tourmaline.

Les principaux pays producteurs peuvent être groupés par régions métallogéniques et énumérés par ordre d'importance comme suit :

— *Cercle pacifique :*

La Chine : Hunan, Kwangtung, Kwangsi, etc...

Le Mexique.

Les Andes : Bolivie, Pérou, Argentine.

Les provinces montagneuses d'Amérique du Nord et d'Australie.

— *Cercle méditerranéen :*

L'Afrique du Nord.

La France.

La Yougoslavie.

La Tchécoslovaquie et la Hongrie.

L'Italie.

L'Allemagne, l'Espagne, le Portugal.

— *L'Afrique :* Afrique du Sud.

— *Autres régions :* Japon, Indochine, U.R.S.S., Turquie, Bornéo, Indes, Angleterre.

La production mondiale d'antimoine métal était, en 1948, de 41.300 tonnes métriques (la même année, la production marocaine était de 500 tonnes métriques et celle de la France de 275).

L'ANTIMOINE AU MAROC

La production marocaine de minerai marchand à 45-60 % de Sb s'est ainsi répartie jusqu'en 1951 :

1945	516 tonnes
1946	456 tonnes
1947	806 tonnes
1948	894 tonnes
1949	1.202 tonnes
1950	1.217 tonnes
1951	1.742 tonnes

C'est en 1924 que fut découvert dans le Maroc central à Aïn Koheul, près de Tedders, le premier gisement de stibine. Depuis, un certain nombre d'autres furent mis à jour et à l'heure actuelle, les gisements reconnus sont assez nombreux.

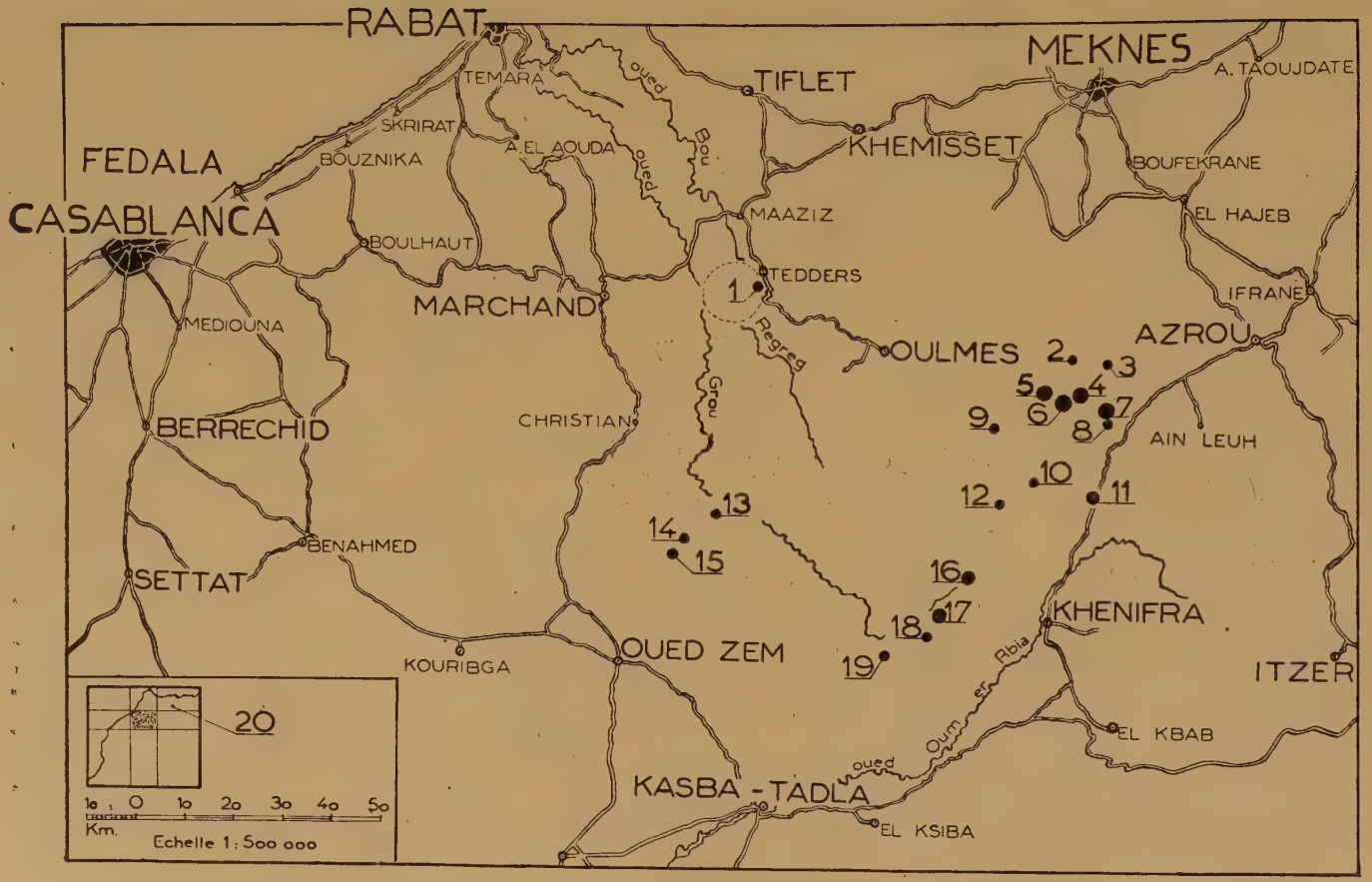
Cependant, le Maroc, dernier venu dans la liste des pays producteurs, n'a jamais vu se développer pour ce métalloïde une industrie minière importante comme cela était le cas pour le plomb, le manganèse et les phosphates. Les causes en sont multiples.

Le minerai d'antimoine ne se présente, en effet, qu'exceptionnellement en grandes concentrations. On a, au contraire, une multitude de petits gîtes sans grosses réserves. D'autre part, la teneur du minerai de certains gîtes en plomb est parfois trop importante. Par ailleurs, les variations considérables des cours sur le marché mondial ne permettent souvent pas une exploitation rentable d'une manière continue.

Tout ceci explique qu'à l'heure actuelle la quasi-totalité des exploitations soit arrêtée tout en possédant encore des stocks importants que le bas cours du métal empêche d'écouler.

Au point de vue géographique, les gisements marocains se groupent en deux zones : celle de Taza dans le massif du Tazekka et celle du Maroc central. Dans cette dernière, les gîtes se localisent au Sud-Ouest dans les Smala ; à l'Est, autour de Mrirt ; au Nord, dans le Tafoudeit.

Ci-contre, gisements d'antimoine au Maroc. — 1 : Aïn Koheul — 2 : Bouigouda — 3 : Bou Chkouk — 4 : Ich ou Mellal — 5 : Masser Amane — 6 : Tourtit — 7 : Tafgout — 8 : Lion — Guertilla — 10 : Tirza — 11 : Mrirt — 12 : Gara Tendra — 13 : Enta — 14 : Kheneg el Brak — 15 : Smala — 16 : Lalla Tajefolt — 17 : Timerdoudine — 18 : Mouhajibat — 19 : Aberki — 20 : Boujada.


RABAT
TEMARA
SKRIRAT
BOUZNIKA
FEDALA
CASABLANCA
BOULHAUT
MEDIOUNA
MARCHAND
BERRECHID
CHRISTIAN
BENAHMED
SETTAT
KOURIBGA
oued Bou
A. EL AOUDA
oued
TIFLET
MAAZIZ
TEDDERS
1
Regreg
Grou
OULMES
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
MEKNES
A. TAOUJDATE
KHEMISSET
BOUFEKRANE
EL HAJEB
IFRANE
AZROU
AIN LEUH
KHENIFRA
ITZER
OUED ZEM
oued Oum er Rbia
EL KBAB
KASBA - TADLA
EL KSIBA
10 0 10 20 30 40 50
Km.
Echelle 1 : 500 000

Zone de Taza

Mine de BOUJADA

Le gisement dit de Boujada se situe à 15 km. au Sud-Ouest de Taza.

Gisement : Il s'agit d'un gisement filonien, la stibine s'y trouve dans la masse d'un microgranite injecté dans des schistes du carbonifère. Tantôt, la stibine apparaît dans des cassures et le remplissage est alors massif, tantôt elle apparaît en petites couches dispersées dans le microgranite.

Associés à la stibine, on trouve assez souvent de fins cristaux de pyrites.

Exploitation : La production est faible. On trouve seulement quelques galeries et une carrière, les principaux travaux ont été consacrés à la recherche.

Le personnel ne comprend pas plus de six ouvriers.

De découverte récente, ce gisement pourrait offrir des possibilités assez importantes.

Zone du Maroc Central

Les gisements, encaissés dans les terrains paléozoïques, se localisent grossièrement dans un quadrilatère Khénifra, Oued-Zem, Khémisset et Azrou.

Ce sont les plus importants au point de vue économique.

Partie sud-ouest - Mine de SMALA

Le gisement de Smala, découvert il y a environ vingt ans, se trouve dans la région de Oued-Zem, à 30 km. au Nord de cette ville.

Gisement : La stibine oxydée en sénarmontite en surface se trouve dans de multiples filons de quartz recoupant les schistes viséens.

Une analyse du minerai a donné :

Sb	58,65
As	0
Pb	0,07
Fe	0,90

Exploitation : L'exploitation se fait surtout par galeries et cheminées. Le tout-venant est criblé dans des cribles ordinaires à mailles de 2, 4, 8, 16 mm ; puis ces quatre catégories sont lavées au bac sarde, le triage de plus de 16 se fait à la main.

Le personnel d'une quarantaine d'employés en 1951 se répartissait comme suit :

Surface ..... 15 Fond 25

PARTIE SUD-OUEST - **Mine d'ENTA**

La mine se trouve dans la région de Smala.

Gisement : Les multiples filons qui le constituent recoupent les schistes et les grés namuriens. Le minerai est de la stibine souvent altérée en surface en sénarmontite. La teneur en plomb est de 0,2 à 0,3 %.

Exploitation : L'exploitation se fait en galeries. En raison du manque d'eau, seul un scheidage est pratiqué.

Personnel : Les différents travaux d'extraction et de scheidage emploient une quarantaine d'ouvriers.

PARTIE EST - **Mine de TIRZA**

Le gisement se situe au Nord-Ouest de la plaine de l'Amjahad, dans la région de Mrirt.

Gisement : Il se compose de plusieurs filons parallèles et dirigés Est-Ouest qui se trouvent soit dans les schistes viséens de même direction, soit dans un filon de microgranite bordant au Sud la crête quartzitique de l'Amjahad.

La gangue est constituée par du quartz dans les proportions suivantes :

Quartz ..... 1/5 Stibine 4/5

Analyse du minerai :

Sb	55 à 62	%
Pb	0,07 à 0,19	%
As	0,45 à 0,65	%

Exploitation : Les travaux d'exploitation se font par l'intermédiaire de deux puits. Le minerai subit un premier triage au fond et ensuite est scheidé au jour. La mine ne dispose pas encore de concasseur et de bac sarde. De ce fait, les mixtes sont stockés.

Le personnel comprend une vingtaine d'ouvriers à peu près également répartis entre le fond et la surface.

PARTIE EST - **Mine de MGUEDH**

La mine se trouve à 6 km. au Nord de Mrirt.

Gisement : Les petits filons de stibine recoupent un dyke de microgranite et le réseau est suffisamment dense pour que la roche soit exploitable dans toute sa masse. De ce fait, les réserves de minerai peuvent être assez élevées. La gangue est constituée par des quartz dans la proportion :

Quartz ..... 1/5 Stibine 4/5

Analyse du minerai :

Sb	55	à 62	%
Pb	0,7	à 0,19	%
As	0,55	à 0,65	%

Exploitation : L'exploitation se fait en carrière, mais il existe quelques galeries de reconnaissance antérieures.

Le front d'abattage a la forme d'un V ouvert de 60° environ et une hauteur de 8 m. Les minerais subissent un premier triage sur le carreau en même temps qu'il est procédé à un concassage à la masse. Les produits sont alors amenés en tête de laverie où ils passent successivement au concasseur, au trommel et au bac sarde.

Personnel : Les vingt-six employés travaillent tous au jour.

Partie est - Mine de TAFGOUT

La mine de Tafgout est située à l'ouest de la route Azrou-Khénifra, à 20 km. au nord de Mrirt.

Gisement : Le gisement filonien de Tafgout se trouve encaissé dans des formations sédimentaires : la minéralisation constitue deux lentilles principales.

Le minerai est le plus plombeux du Maroc. La teneur en plomb du minerai marchand à 60 % d'antimoine est en moyenne de 6 % et elle peut atteindre le double. La teneur en arsenic oscille autour de 0,5 %. Au point de vue commercial, il s'agit d'un produit très médiocre.

La barytine et le quartz forment la gangue.

Exploitation : L'exploitation se fait en carrières et en galeries. Après abattage, le minerai tout-venant est d'abord scheidé sur le carreau, puis criblé et enfin traité au bac sarde.

Personnel : Le personnel, d'une cinquantaine d'ouvriers, se répartit comme suit :

Fond	10	Jour	40

Partie est - Mine d'ICH ou MELLAL

Ich ou Mellal est situé à 20 km. au nord-ouest de Mrirt.

Gisement : Le gîte est constitué par un filon encaissé dans les schistes et grés appartenant au Namurien et suivant un accident de direction Nord-Ouest.

Il y a peu de gangue et le remplissage bréchoïde comporte souvent un filon toit et un filon mur. Il faut signaler un ruban de mispickel à une éponte.

Le minerai a une teneur de 60 à 70 % d'antimoine avec 0,5 % de plomb.

Exploitation : L'exploitation se fait par puits et carrières. Un premier scheidage est effectué au fond et un deuxième au jour. L'enrichissement se fait comme dans la plupart des autres mines au bac sarde, mais en plus, ont été aménagés deux sluices.

Personnel : La mine emploie une vingtaine d'ouvriers environ.

Partie est - **Mine MASSER AMANE**

Le gisement de Masser Amane se trouve sur la piste d'Ichou Mellal, à 50 km. au nord de Mrirt, au sud-ouest d'Azrou.

Gisement : La stibine s'y présente dans des filons lenticulaires encaissés dans des schistes souvent très tendres. La teneur en plomb est de 0,5 % pour un minerai contenant en général 60 % d'antimoine.

Exploitation : L'exploitation se fait par puits et galeries. Après extraction, le minerai est scheidé et lavé.

Personnel : La mine occupe une trentaine d'ouvriers dont une dizaine au fond et une dizaine au jour.

Partie Est - **Mine TOURTIT**

Le gîte est situé au nord de Mrirt, un peu au sud du gîte de Masser Amane.

Gisement : La stibine qui minéralise la zone de broyage est toujours mêlée au schiste et souvent accompagnée d'une gangue quartzeuse plus abondante.

Le minerai est oxydé en surface et sur une profondeur d'une quinzaine de mètres. De ce fait, on trouve deux sortes de minerai : de la stibine et de la valentinite. Les concentrés à 62 % d'antimoine renferment 0,2 % de plomb.

Exploitation : Les travaux comprennent des galeries et des puits. Les appareils d'enrichissement comprennent six bacs à piston et des tables à riffles. Les fines stériles sont récupérées pour un traitement ultérieur.

Personnel : La mine occupe une trentaine d'ouvriers (15 au fond, 15 en surface).

Région de Khénifra - **Mine TIMERDHOUDINE**

La mine de Timerdhoudine se trouve à 30 km. à l'ouest de Khénifra.

Gisement : Deux filons principaux de stibine distants de 500 m. recoupent les schistes et quartzites antéviséen de l'anticlinal de Timerdhoudine. Les analyses donnent une teneur d'antimoine de 50 % en moyenne. A la gangue de quartz habituelle s'ajoute un peu de barytine.

Exploitation : L'exploitation du minerai se fait à partir de puits et de galeries. Le scheidage est la seule opération de concentration. Les mixtes sont stockés et les concentrés mis en sacs et exportés.

Personnel : Sur les vingt-trois ouvriers de la mine, quatorze travaillent au fond, neuf au jour.

Région de Khénifra - **Mine de SIDI EMBARK**

Le gisement se situe à 30 km. au sud-ouest de Khénifra, sur la rive de l'Oum-er-Rbia.

Gisement : Il est constitué de filons encaissés dans les schistes. Le minerai est de la stibine. La galène constitue le remplissage de filons voisins (filon Lucien).

Les résultats d'analyses en provenance des deux principaux filons sont les suivants :

	Sb	Pb	As
Filon René	66 %	0,15 %	0,07 %
Filon Lucien	52 %	0,53 %	0,04 %

Exploitation : Le gisement est exploité par tranchées, carrières, puits et galeries. L'installation comprend une petite laverie avec des bacs sardes.

Personnel : L'exploitation emploie une trentaine d'ouvriers au fond et une vingtaine au jour.

Région de Khémisset - **Mine de TAFOUDEIT**

Le gisement se situe dans la région de Khémisset, à 10 km. à l'ouest de Ouljet-es-Soltane. Il s'agit d'une très petite exploitation. Le minerai extrait est constitué par de la stibine et de la sénarmontite d'oxydation. Les teneurs en plomb sont élevées.

Région de Tedders - **Mine d'AIN KOHEUL**

La mine d'Aïn Koheul se trouve à 5 km. au sud de Tedders dans une région fortement accidentée.

Gisement : Il est constitué de filons encaissés dans les calcaires givetiens au contact des schistes et des calcaires. La calcite constitue la gangue principale de la stibine, le quartz étant subordonné.

CHAPITRE II

L'Intoxication stibiée

Les ouvrages spécialisés et les articles originaux, traitant de l'intoxication professionnelle par l'antimoine, ne font état que des accidents survenus au cours de la manipulation pour opérations métallurgiques des composés antimoniés et de l'antimoine métal. Nous rappellerons tout d'abord l'essentiel de la symptomatologie assez variée de ces accidents. Si ce chapitre de l'intoxication stibiée a été bien étudié par de nombreux auteurs, par contre, aucune recherche systématique n'a encore été faite à notre connaissance sur le mineur d'antimoine. Nous avons essayé de combler cette lacune en examinant, du point de vue clinique et biologique, la centaine d'ouvriers travaillant dans les principales mines marocaines.

Rappel de la symptomatologie de l'intoxication

Lorsque l'on parcourt la littérature médicale, tant française qu'étrangère, sur l'étiologie et les symptômes de l'intoxication par l'antimoine et ses composés, on est frappé par la discordance des conclusions auxquelles aboutissent les divers auteurs. Ceux-ci sont en désaccord sur l'existence même d'une intoxication industrielle par l'antimoine ; certains croient au pouvoir nocif de l'antimoine métal, alors que d'autres se refusent à l'admettre. Que peut-on penser de ces opinions très différentes ?

Pendant longtemps sans doute, l'expérimentation et l'observation ne furent pas assez rigoureuses et il était difficile de rapporter l'origine des symptômes observés chez les malades à une intoxication par le plomb, l'arsenic ou l'antimoine. Ce dernier corps est, en effet, pratiquement toujours associé, comme impureté, aux deux premiers. Il semble aussi que les auteurs qui procédèrent à des expériences sur des animaux de laboratoire aient négligé d'une façon trop systématique les différences entre l'expérimentation sur l'animal et l'exposition industrielle. De plus, ils généralisèrent trop hâtivement une partie des résultats obtenus au cours de l'expérimentation, pour expliquer les problèmes non résolus de la pathologie humaine.

Nous rappellerons d'abord brièvement la symptomatologie classique, établie à partir de descriptions d'accidents consécutifs soit à une erreur de posologie lors de la prescription d'une médication antimoniée, soit à la manipulation de certains produits

industriels à base d'antimoine. Dans ce dernier cas, il s'agit surtout de sels de ce métalloïde et à un degré moindre d'alliage métallique.

Enfin, nous exposerons nos observations personnelles relevées au cours d'une mission d'étude dans les mines d'antimoine du Maroc, en essayant d'apporter une contribution à l'étude de la pathologie professionnelle des mines d'antimoine.

Les accidents dus à l'action nocive de l'antimoine peuvent être classés en trois catégories :

— *Les accidents locaux.*

Luigi Carozzi a particulièrement bien fait la synthèse de ces troubles. Il s'agit surtout de l'ecthyma stibié, dont la lésion élémentaire rappelle celle de la variole. Débutant par un érythème prurigineux, il se transforme en macules, puis en pustules remplies de liquide trouble. La cicatrice, après une guérison difficile, est toujours indélébile. Plus rarement, on observe une kératite, une irritation de la muqueuse buccale, des lésions de la conjonctive et de la cornée. L'ecthyma stibié siège au cou, à l'avant-bras, aux poignets et s'étend ensuite aux membres inférieurs. En général les mains, les pieds, le dos sont indemnes.

L'apparition de ces lésions peut être provoquée : soit par l'application de préparations antimoniées (surtout de tartre stibié), soit par l'exposition prolongée à des vapeurs de chlorures, trichlorures et sulfures d'antimoine. Plus rarement, elles peuvent se voir après irritation par l'antimoine métal.

— *Les accidents généraux aigus.*

Ces accidents s'observent à la suite d'une ingestion massive de tartre stibié, soit à la suite de l'inhalation de vapeurs d'anhydride antimonieux ou de trioxyde d'antimoine et, plus rarement, de chlorure et trichlorure.

Peu après l'ingestion de l'émétique ou l'exposition aux vapeurs toxiques, surviennent les troubles digestifs, des vomissements abondants, s'accompagnant de salivation intense, de brûlures pharyngées. La peau, initialement couverte de sueur, devient sèche, l'oligurie apparaît ; la langue est rôtie, la respiration irrégulière. Le malade souffre de crampes au niveau des membres inférieurs. Le système cardio-vasculaire est atteint dans tous les cas ; à la tachyarythmie, s'ajoute l'hypotension (certains auteurs signalent de la bradycardie). Des syncopes apparaissent, le malade, de somnolent, devient prostré, puis subcomateux avec, de temps en temps, des convulsions. Cet état dure quelques jours. Dans les cas d'issue fatale, la mort survient par collapsus cardiaque. On a donné le nom de « choléra stibié » à la forme où prédominent les

vomissements, la diarrhée et la salivation. En cas de guérison, la convalescence est longue et l'asthénie persiste longtemps.

L'intoxication aiguë, très rare comme accident professionnel, a une symptomatologie assez voisine de celle de l'arsenicisme.

— *Accidents généraux chroniques.*

Ce sont ces accidents d'aspect clinique varié que provoque, en général, l'intoxication professionnelle par l'antimoine. Il faut rappeler dès maintenant que cette intoxication est rare, certains auteurs discutent même son existence.

Pour plus de facilité, nous envisagerons cette étude suivant l'atteinte des différents organes, étant bien entendu que l'atteinte d'un organe isolé est exceptionnelle ; le plus souvent, une atteinte générale est la règle.

Tube digestif : Les troubles digestifs sont les plus fréquents. A un stade initial, il s'agit d'une simple inappétence, de nausées, d'une petite sensibilité de la vésicule biliaire. Puis, lorsque l'intoxication se prolonge, et surtout lorsqu'elle est massive, comme dans le cas d'ouvriers travaillant dans des fonderies et exposés aux vapeurs d'hydrogène antimonié et de bioxyde d'antimoine, on voit alors survenir des troubles plus sévères. Ceux-ci sont caractérisés par des vomissements, des douleurs gastro-intestinales, de la diarrhée alternant avec de la constipation, une constriction pharyngée, une gêne à la déglutition et, quelquefois, une stomatite avec liseré brun-rougeâtre tirant sur le violet. Le foie est hypertrophié.

Système nerveux : Les troubles de cette série sont le plus souvent constitués par des céphalées frontales, des vertiges, de la fatigue avec insomnie. On peut voir des troubles visuels, des mouvements choréo-athétosiques, des troubles de la parole, des convulsions.

Le psychisme des malades est parfois anormal. Ils peuvent présenter des troubles du caractère, de l'irritabilité, une hyperémotivité, du nervosisme, des troubles de la mémoire. Des troubles moteurs discrets peuvent émailler le tableau : parésie et, exceptionnellement, paralysie des muscles extenseurs des membres, à rapprocher des névralgies des extrémités.

Biondi a noté le premier que le tabac et l'alcool accentuent les effets de l'antimoine. Cet auteur cite l'exemple d'ouvriers qui présentèrent une démarche ébrieuse après avoir bu un verre de vin ou fumé un cigare.

Appareil respiratoire : Dans les ouvrages classiques de Médecine du travail, il est rarement fait mention des troubles de l'appareil respiratoire. Cependant, des observations cliniques récentes,

d'origine américaine en particulier, montrent leur relative fréquence.

On savait déjà, dans le domaine thérapeutique, que la pneumonie était une séquelle non exceptionnelle de l'administration prolongée d'émétique. Heinrich Brieger signale des rhinites, des sinusites, des trachéites et même des perforations de la cloison nasale, ces dernières apparues à la suite d'exposition au trichlorure d'antimoine, dont les émanations sont non seulement irritantes, mais caustiques. Les pneumopathies, diagnostiquées et contrôlées aux rayons X, montrent une topographie particulière. Les lésions s'étendent en éventail à partir de chaque hile et respectent en général le parenchyme périphérique. Chez certains travailleurs, la laryngite avec changement dans la voix va de l enrouement jusqu'à l'aphonie ; dans tous les cas, on retrouve des érosions et des ulcérations des cordes vocales. Il n'y a donc pas simple augmentation des sécrétions bronchiques au niveau de l'arbre respiratoire, mais des lésions plus graves et moins banales.

Appareil cardio-vasculaire : Les troubles cardio-vasculaires ont été récemment étudiés par F. Schrœder. Ils sont souvent latents. Il faut un examen clinique et électrique soigneux et systématique pour les mettre en évidence.

Les troubles du rythme sont rares et discutés ; certains auteurs signalent une bradycardie, alors que d'autres parlent de tachyarythmie. Chez les malades de Schrœder, le rythme était régulier à 78 environ. Par contre, l'affaiblissement de l'efficacité des contractions est connu depuis longtemps et admise par tous. A part quelques cas exceptionnels d'hypertension, la majorité des sujets qui sont, soit exposés à des vapeurs toxiques, soit soumis à un traitement stibié, présentent une hypotension avec une maxima au-dessous de 11. La dyspnée d'effort se voit dans le cas d'intoxications massives : c'est le cas d'ouvriers travaillant devant les fours.

Brieger a observé deux morts brutales, sur 130 sujets travaillant à la pulvérisation de la stibine à des fins industrielles. L'autopsie ne put être faite, mais il semble qu'il se soit agi de cardiopathie évoluant à bas bruit chez des ouvriers travaillant depuis longtemps dans l'usine.

Les perturbations électro-cardiographiques ont été bien étudiées par Schrœder et Rose. Cependant il faut noter que Mainzer avait, dès 1939, fait certains relevés de tracés. Schrœder et Rose effectuèrent leurs examens sur des sujets exposés aux poussières de stibine ou soumis à un traitement stibié (émétique et fouadine). Ces auteurs ont pu établir que le rythme est inchangé, sinusal, l'onde P est élevée, quelquefois diphasique et pointue. Cette anomalie de tracé persiste quinze jours après l'arrêt du traitement ou de l'exposition, mais elle disparaît complètement en soixante

jours. L'intervalle P - R reste normal ; il en est de même des complexes ventriculaires Q R S. Le segment S-T montre une sur-dénivellation ou sous-dénivellation légère et souvent à convexité supérieure. L'onde T est altérée dans 99 % des cas : elle apparaît diminuée, iso-électrique ou inversée. Ces changements dans le tracé sont progressifs et, dans le cas de traitement, ne régressent jamais pendant l'intervalle des injections. Les résultats sont plus évidents avec l'antimoine trivalent qu'avec l'antimoine pentavalent.

Cette étude fut accompagnée de contrôles sur des sujets parasités (bilharziose), mais non traités, et sur des sujets sains. Les comparaisons ont permis d'affirmer que ces changements électro-cardiographiques sont dus à l'antimoine et non à la parasitose.

En général, ces troubles régressent par la suite. Sans que le mécanisme intime de ces perturbations puisse encore être expliqué d'une façon satisfaisante, on peut supposer qu'il ne s'agit pas de modification correspondant à une lésion myocardique ou du système de conduction. Ces altérations peuvent d'ailleurs être considérées comme sans réelle gravité, si l'on s'en tient à l'interprétation clinique habituelle de telles anomalies en électro-cardiologie. L'intérêt de leur observation n'en est pas diminué pour cela.

Action toxique

L'action toxique de l'antimoine est assez bien connue. Après pénétration dans l'organisme, il déclenche des phénomènes de vasodilatation généralisée qui entraînent une hypersécrétion de l'appareil digestif et des bronches. Une autre partie de la symptomatologie des accidents s'explique par sa double action, sur le système sympathique (au niveau des terminaisons nerveuses) et sur le système nerveux central.

Au sujet de la dose léthale, la bibliographie ne fait état que de l'hémétique. Cette dose serait de 5 à 6 mg. pour 100 g. de poids. Il faut noter cependant que, chez le rat, Bulmer et Johnston ont dû administrer, pour entraîner la mort, 30 mg. d'hémétique pour 100 g. de poids. Chez l'homme, 1 g. d'hémétique est déjà considéré comme une dose dangereuse. Pourtant, avec l'antimoine comme avec l'arsenic, on observe une accoutumance qui a permis à certains sujets d'absorber des quantités bien supérieures à celles-ci et jusqu'à 50 g en une seule prise. La tolérance individuelle n'est pas non plus à négliger. Enfin, plusieurs auteurs font état de la susceptibilité particulière des enfants à l'intoxication stibiée.

Etude expérimentale de l'intoxication

Les intoxications mortelles à la suite des accidents profes-

sionnels sont exceptionnelles ; les vérifications anatomopathologiques sont donc extrêmement rares. Les quelques autopsies pratiquées ont permis de noter une congestion et une irritation des muqueuses. Le foie est augmenté de volume et une dégénérescence graisseuse avancée est fréquente. Le cœur est distendu. Les reins ont un aspect congestif.

En résumé, nos connaissances anatomopathologiques en ce qui concerne l'intoxication humaine sont minimes et il nous a paru intéressant de rapporter les résultats des études expérimentales de plusieurs auteurs sur les animaux de laboratoire.

Dernehl soumit des cobayes à des fumées de trioxyde d'antimoine. La concentration de 45 mg/m³ provoque la mort de quatre animaux sur vingt-quatre. L'autopsie révèle des phénomènes généralisés de dégénérescence graisseuse au niveau du foie et une hypertrophie des tissus lymphoïdes et de la rate. Les reins et le cœur étaient normaux.

Bradley fit ses expériences en administrant du tartre stibié per os. Il remarqua que cela était bien toléré et que pour obtenir un simple arrêt de la croissance, il fallait employer des doses massives, jusqu'à 100 mg. pour 100 g. de poids.

Récemment, Brieger a repris ses expériences sur des rats, des lapins et des chiens, en les exposant à des poussières de trisulfures d'antimoine. L'empoussiérage était réalisé avec des poussières de taille inférieure à 2 microns et à la dose de 4 mg/m³. La durée moyenne d'exposition fut d'un mois et demi à deux mois. Aucun trouble clinique ne fut observé. Il retrouva dans tous les cas les modifications de tracés électriques habituellement rencontrées chez l'homme. L'autopsie révéla une dilatation cardiaque par atteinte myocardique. L'histologie précisa la nature des lésions, en mettant en évidence un gonflement des fibres myocardiques. Au niveau des poumons, les auteurs retrouvèrent les phénomènes de stase toujours observés. Ils complétèrent ces expériences avec empoussiérages massifs de 27 mg./m³ et retrouvèrent la dilatation cardiaque, l'atteinte myocardique. En outre, ils purent mettre en évidence des signes d'insuffisance coronarienne. Enfin, il y avait en plus une atteinte rénale et hépatique. En aucun cas, il n'y eut de mort parmi les animaux d'expérience.

De ces essais, nous retiendrons tout d'abord la haute tolérance clinique de lésions organiques relativement importantes. D'autre part, une certaine correspondance en ce qui concerne les troubles électro-cardiographiques des tracés et les lésions myocardiques. Ceci ne semblait pas être admis dans les cas d'intoxications chez l'homme. Peut-être, en raison de la pauvreté de la symptomatologie cardio-vasculaire, a-t-on conclu un peu hâtivement à des troubles purement fonctionnels, alors que, si les vérifications étaient plus fréquentes, la notion de lésion myocardique chez l'homme pourrait se dégager.

Traitement

Quoique nous n'ayons pas eu l'occasion d'instituer une thérapeutique et que, de ce fait, nous ne possédions aucune expérience personnelle sur cette question, nous avons jugé utile de rappeler les grandes lignes de la conduite à tenir en présence d'intoxications par l'antimoine.

Dans le cas d'accidents aigus, c'est-à-dire, habituellement, après injections massives d'émétique, les vomissements spontanés suffisent à expulser une partie du toxique. Toutefois, il peut être nécessaire de pratiquer un lavage d'estomac. Si la diminution des nausées le permet, on fera absorber 2 g. de tanin ou 1 g. d'acide gallique. On instituera immédiatement le traitement du choc : morphine, sérum... et, connaissant l'importance du collapsus dans l'intoxication par l'antimoine, on n'omettra pas la prescription de tonicardiaques.

Dans les formes chroniques, on facilitera l'élimination urinaire et digestive par des diurétiques et des laxatifs, sans oublier les tonicardiaques. Des essais expérimentaux effectués par Launoy, ont mis en évidence l'action protectrice de la cystéine associée à un traitement par le thiomalate d'antimoine. Plus récemment, Gamill montra que, chez le rat, le B.A.L. (dimercaptopropanol) administré en même temps que l'émétique, diminuait l'action léthale de ce dernier. Par contre, les mêmes essais pratiqués avec la fouadine et le néostibosan augmentèrent la toxicité de ces composés antimoniés. L'auteur explique ces différences de résultat par le fait qu'il se formerait *in vivo* des composés moins toxiques que le composé antimonié seul dans le cas de l'émétique et plus toxique dans le cas de la fouadine et du néostibosan. De son côté Eagle, avec les mêmes associations médicamenteuses, n'obtient que d'heureux résultats. Le B.A.L., selon lui, augmenterait notablement l'élimination rénale du toxique et, de ce fait, la nocivité diminuerait rapidement. Nous n'avons pas retrouvé, dans la littérature, d'application de ces expérimentations à la pathologie humaine. Seul, Morris signale avoir guéri une dermatite consécutive à un traitement par le thiomalate d'antimoine en injectant pendant six jours, des doses croissantes de B.A.L.

CHAPITRE III

Nos recherches personnelles sur les mineurs d'antimoine au Maroc

Conditions de travail

Dans les mines marocaines d'antimoine, la durée moyenne de la journée de travail est de huit heures. Le temps moyen de travail des ouvriers depuis leur embauche est assez variable d'une mine à l'autre, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Mine d'Ich ou Mellal	Temps moyen de travail en mois.....	57
Mine de Tourtit	Temps moyen de travail en mois.....	72
Mine de Tafgout	Temps moyen de travail en mois.....	110
Mine de Sidi Embark ...	Temps moyen de travail en mois.....	21
Mine de Mguedh	Temps moyen de travail en mois.....	37
Mine de Tedders	Temps moyen de travail en mois.....	19

Le temps moyen général sur 113 sujets est de : 41 mois, soit 3 ans et 5 mois.

Les chiffres ci-dessus sont des chiffres globaux. Ils ont été établis en fonction de la date d'embauche du travailleur et font abstraction des interruptions fréquentes de travail, qui peuvent facilement atteindre six mois par an et qui sont incontrôlables. En effet, la majorité des mineurs n'est pas constituée par des spécialistes. Il s'agit le plus souvent d'agriculteurs et de bergers de la région, qui profitent des périodes creuses dans leurs occupations traditionnelles pour améliorer leurs ressources financières. De plus, les petites Sociétés qui exploitent ces mines ne disposent que de peu de moyens et se voient assez souvent dans l'obligation de diminuer, voire de cesser leur activité, par suite de difficultés d'écoulement de leurs produits. Enfin, tous ces centres miniers ne sont desservis que par des pistes et leur accès devient difficile au moment de la saison des pluies. Il en résulte, le plus souvent, une diminution de l'activité des mineurs. Ces fréquentes interruptions font que la répartition entre le personnel de fond et de surface n'est pas rigoureuse et que beaucoup d'ouvriers deviennent ainsi polyvalents en occupant successivement plusieurs postes.

Il nous a paru utile de rappeler ces données, afin de rendre plus objective l'interprétation de nos observations cliniques et biologiques.

Données cliniques

Notre étude clinique a porté sur cent quinze mineurs, tous Marocains.

Les *troubles cutanés,* fréquemment observés dans l'industrie des composés chimiques stibiés, n'ont jamais été rencontrés au cours de nos visites sur les chantiers. Aucune éruption, ni kératite n'ont été décelées ; nous avons noté simplement une irritation des muqueuses de l'œil chez onze ouvriers. Ceux-ci souffraient depuis leur embauche, de conjonctivite et de larmoiements.

Les *troubles intestinaux* n'ont été que rarement observés. Quatre cas de diarrhée cholériforme nous ont été signalés, mais rien ne nous permet de les rapporter de façon formelle à l'intoxication stibiée. La pathologie de ces régions est en effet trop riche en manifestations gastro-intestinales. Les quatre cas précédents, ainsi que les six cas de coliques observés, peuvent aussi bien être reliés à une étiologie infectieuse ou parasitaire.

Quatre sujets présentaient un liseré gingival. Aucun autre trouble chez ces sujets ne trahissait une intoxication saturnine. La recherche des hématies granulo-basiques était négative. D'ailleurs, la teneur en plomb du minerai manipulé par ces travailleurs était faible et nous avons noté que les mineurs de la mine de Tafgout, qui extrayaient une stibine ayant une teneur en plomb assez élevée, ne présentaient pas cette pigmentation. On pourrait donc, logiquement, attribuer la formation de ce liseré à l'action de l'antimoine. Cependant, il ne faut pas oublier qu'en milieu marocain, l'appréciation du liseré est soumise à des causes d'erreurs assez importantes. Il a été fait, pendant longtemps, un large emploi du bismuth et du mercure dans le traitement de la syphilis au Maroc. L'inflammation de la bouche et du pharynx, fréquente lors de l'exposition aux vapeurs ou fumées de produits stibiés, n'a été rencontrée que de façon exceptionnelle · deux trachéites en tout.

Par contre, certains troubles notés assez fréquemment dans plusieurs mines nous semblent présenter un certain intérêt. Vingt-cinq travailleurs se plaignaient *d'inappétence.* En raison de la sous-alimentation des ouvriers de ces régions, on ne peut s'empêcher d'être surpris par de pareilles constatations et elles prennent, de ce fait, un intérêt notable. Il en est de même de l'*insomnie,* observée chez vingt hommes pourtant soumis à un travail pénible. La rareté de ces troubles subjectifs en milieu marocain rural nous porte à les considérer comme liés à une action de l'antimoine.

Plus nombreux encore furent les mineurs se plaignant de *vertiges* (trente ouvriers sur les cent quinze étudiés). Là aussi, la valeur sémiologique de tels troubles n'est pas niable. Dix-neuf sujets déclarèrent souffrir de *céphalées.* Moins caractéristique,

cette constatation n'a, à notre avis, qu'une importance relative. Ces troubles pouvant aussi bien être dus au travail en atmosphère confinée. Vingt mineurs accusaient des *douleurs musculaires généralisées* et dix souffraient d'oppression. Enfin, dix-sept travailleurs se plaignaient d'asthénie. Cette constatation est assez banale et nous ne croyons pas qu'elle doive retenir l'attention.

En résumé, aucun de ces travailleurs ne présentait de signes graves d'intoxication ; choléra stibié, collapsus cardio-vasculaire, troubles neurologiques. Nous pensons que les fréquentes interruptions dans les périodes de travail et les très nombreux changements de postes à l'intérieur d'une même exploitation, agissent à titre prophylactique et empêchent une intoxication massive et prolongée. A ce point de vue, l'instabilité de la main-d'œuvre minière au Maroc, regrettable à bien des titres, constitue un avantage.

Seuls ont été relevés des troubles subjectifs : céphalées, insomnies, vertiges, inappétence, douleurs musculaires et quelques lésions d'irritation locale : conjonctivite et trachéite. Ce n'est donc pas par leur originalité que ces constatations nous retiendront, mais par le fait que, signalées déjà dans les autres formes d'intoxication professionnelle par l'antimoine, elles peuvent être interprétées comme conséquence certaine de l'exposition aux poussières de stibine.

Constatations hématologiques faites sur le mineur d'antimoine au Maroc (*)

NUMÉRATION GLOBULAIRE.

Les numérations de globules rouges et globules blancs ont été effectuées par la technique classique à la cellule de Malassez.

Globules rouges : Pour l'interprétation des résultats, nous avons classé les chiffres obtenus en trois catégories : Nb G. R. inférieur à 4.000.000 ; G. R. entre 4.000.000 et 4.500.000 ; G. R. supérieur à 4.500.000.

Il faut noter, à propos de cet examen, que le taux normal des globules rouges chez le Marocain oscille, habituellement, entre 4.000.000 et 4.500.000 par millimètre cube.

L'étude statistique des résultats indique qu'il n'existe pas de différences significatives d'une mine à l'autre. La distribution du taux de globules rouges est caractérisée par les deux paramètres :

— moyenne 4.053.000
— déviation standard ..... ± 540.000

(*) Nous remercions ici bien vivement M.A. Weber qui nous a apporté une collaboration précieuse pour l'étude statistique de nos résultats.

TABLEAU I —GLOBULES ROUGES

Globules rouges / mm³	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen de globules rouges
Mine d'Ich ou Mellal :			
Inférieur à 4.000.000	9	64	3.474.000
de 4.000.000 à 4.500.000	3	22	4.336.000
Supérieur à 4.500.000	2	14	4.735.000
Total	14	100	3.839.000
Mine de Tourtit :			
Inférieur à 4.000.000	13	54	3.548.400
de 4.000.000 à 4.500.000	4	17	4.292.500
Supérieur à 4.500.000	7	29	4.855.700
Total	24	100	4.053.700
Mine de Tafgout :			
Inférieur à 4.000.000	5	50	3.610.000
de 4.000.000 à 4.500.000	5	50	4.220.000
Total	10	100	3.915.000
Mine de Sidi Embark :			
Inférieur à 4.000.000	5	25	3.600.000
de 4.000.000 à 4.500.000	8	40	4.370.000
Supérieur à 4.500.000	7	35	4.842.800
Total	20	100	4.343.000
Mine de Mguedh :			
Inférieur à 4.000.000	4	40	3.712.500
de 4.000.000 à 4.500.000	4	40	4.235.000
Supérieur à 4.500.000	2	20	4.680.000
Total	10	100	4.115.000
Mine de Tedders :			
Inférieur à 4.000.000	10	50	3.650.000
de 4.000.000 à 4.500.000	9	45	4.221.800
Supérieur à 4.500.000	1	5	4.505.000
Total	20	100	3.950.000

Le taux moyen est situé entre 4.161.000 et 3.945.000 avec une probabilité de 0,95. Quarante-six personnes, soit les 47 % des mineurs examinés ont un taux de globules rouges inférieur à 4.000.000.

L'analyse statistique ne fait ressortir aucune variation marquée du nombre des globules rouges, en fonction du poste de travail occupé par le mineur le jour de l'enquête.

Globules blancs : Pour l'interprétation des résultats, nous avons classé les chiffres obtenus en trois catégories : Nb G. B. inférieur à 6.000/mm³ ; G. B. entre 6.000 et 8.000/mm³ ; G. B. supérieur à 8.000/mm³.

L'étude statistique des résultats montre qu'il n'existe pas de différence significative d'une mine à l'autre. La distribution du taux de globules blancs est caractérisée par les deux paramètres :

— moyenne 6.228

— déviation standard ..... ± 1.450

Le taux moyen est situé entre 6.158 et 5.938 avec une probabilité de 0,95. Quarante-quatre personnes, soit les 44 % des mineurs examinés, ont un taux de globules blancs inférieur à 6.000.

L'analyse statistique ne fait ressortir aucune variation du nombre des globules blancs, en fonction du poste occupé par le mineur le jour de l'enquête.

Hémoglobine.

L'hémoglobine a été mesurée à l'hémoglobinimètre de Sahli. Pour l'interprétation des résultats, nous avons classé les résultats obtenus en plusieurs catégories.

L'étude statistique des résultats indique qu'il existe des différences significatives d'une mine à l'autre. Il semble que l'occupation du mineur ait une influence sur son taux d'hémoglobine. Cependant, étant donné la répartition non uniforme des postes de travail dans les mines, il n'est pas possible d'affirmer qu'un poste de travail soit plus dangereux qu'un autre. Les taux moyens obtenus pour les différentes mines ont été classés dans le tableau IV.

Quatre personnes, soit les 4 % des mineurs examinés, avaient un taux d'hémoglobine inférieur à 70.

Formule leucocytaire.

Ayant constaté que certains sujets présentaient une variation de la formule leucocytaire avec augmentation du nombre des lymphocytes, nous avons décidé de classer nos résultats en tenant compte de ces éléments.

Nous avons considéré comme formule leucocytaire nettement modifiée, celle où le taux de lymphocytes pour 100 éléments

TABLEAU II — GLOBULES BLANCS

Globules blancs / mm³	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen de globules blancs
Mine d'Ich ou Mellal :			
Inférieur à 6.000	7	47	4.940
de 6.000 à 8.000	6	40	7.140
Supérieur à 8.000	2	13	9.100
Total	15	100	6.380
Mine de Tourtit :			
Inférieur à 6.000	10	42	4.800
de 6.000 à 8.000	13	54	7.069
Supérieur à 8.000	1	4	8.600
Total	24	100	6.187
Mine de Tafgout :			
Inférieur à 6.000	7	70	5.210
de 6.000 à 8.000	2	20	7.010
Supérieur à 8.000	1	10	9.200
Total	10	100	5.980
Mine de Sidi Embark :			
Inférieur à 6.000	9	45	4.740
de 6.000 à 8.000	10	50	7.150
Supérieur à 8.000	1	5	9.200
Total	20	100	6.170
Mine de Mguedh :			
Inférieur à 6.000	5	50	5.140
de 6.000 à 8.000	4	40	7.025
Supérieur à 8.000	1	10	8.200
Total	10	100	6.200
Mine de Tedders :			
Inférieur à 6.000	6	30	4.680
de 6.000 à 8.000	11	55	6.700
Supérieur à 8.000	3	15	8 500
Total	20	100	6.360

TABLEAU III — HEMOGLOBINE

Pourcentage Hémoglobine	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen d'hémo-globine %
Mine d'Ich ou Mellal :			
de 80 à 90	8	53	82
70 à 80	6	40	74
Inférieur à 70	1	7	65
Total	15	100	77,7
Mine de Tourtit :			
de 80 à 90	19	79	82
70 à 80	4	17	72,5
Inférieur à 70	1	4	65
Total	24	100	79,8
Mine de Tafgoût :			
de 80 à 90	4	40	81
70 à 80	5	50	73
Inférieur à 70	1	10	65
Total	10	100	75,5
Mine de Sidi Embark :			
de 90 à 100	3	15	90
de 80 à 90	15	75	83
70 à 80	1	5	75
Inférieur à 70	1	5	65
Total	20	100	82,5
Mine de Mguedh :			
de 80 à 90	10	100	83
Mine de Tedders :			
de 80 à 90	13	65	83
70 à 80	7	35	73
Total	20	100	78,8

blancs était supérieur à 45, comme formule dont la modification était légère, celle dont le taux de lymphocytes variait entre 35 et 45 %, comme formule normale celle dont le taux de lymphocytes était inférieur à 35 %.

TABLEAU IV

Mines	Taux moyen	Limite de confiance à 0.95
M'Guedh	83.0	± 3.4
Sidi M'Bark	82.5	± 2.4
Tourtit	79.8	± 2.2
Tedders	78.8	± 2.4
Ich ou Mellal	77.7	± 2.7
Tafgout	75.5	± 3.4

L'étude statistique des résultats montre qu'il n'existe pas de différences significatives du taux de lymphocytes d'une mine à l'autre. La distribution du taux de lymphocytes est caractérisée par les deux paramètres :

— moyenne 36
— déviation standard ..... ± 9,8

Le taux moyen est situé entre 38 et 34 avec une probabilité de 0,95. Quarante-neuf personnes, soit 53 % des mineurs examinés présentaient une modification nette ou légère ; treize personnes, soit 14 % des sujets examinés, présentaient une modification nette.

L'analyse statistique ne fait ressortir aucune variation marquée du taux des lymphocytes, en fonction du poste de travail occupé par le mineur le jour de l'enquête.

Tableau V — TAUX DE LYMPHOCYTES

Taux de lymphocytes %	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen %
Mine d'Ich ou Mellal :			
Supérieur à 45 (modification nette) ...	2	13	65,5
de 35 à 45 (modification légère)	7	47	40
Inférieur à 35 (normale)	6	40	31
Total	15	100	40
Mine de Tourtit :			
Supérieur à 45 (modification nette) ...	3	14	51
de 35 à 45 (modification légère)	4	18	37
Inférieur à 35 (normale)	15	68	29
Total	22	100	34
Mine de Tafgout :			
Supérieur à 45 (modification nette) ...	2	20	47
de 35 à 45 (modification légère)	5	50	38,6
Inférieur à 35 (normale)	3	30	24
Total	10	100	36
Mine de Sidi Embark :			
Supérieur à 45 (modification nette) ...	1	6	47
de 35 à 45 (modification légère)	5	32	38
Inférieur à 35 (normale)	10	62	29
Total	16	100	33
Mine de Mguedh :			
de 35 à 45 (modification légère)	6	60	39
Inférieur à 35 (normale)	4	40	27
Total	10	100	35
Mine de Tedders :			
Supérieur à 45 (modification nette) ...	5	25	52
de 35 à 45 (modification légère)	9	45	39
Inférieur à 35 (normale)	6	30	27
Total	20	100	39

RESULTATS DES EXAMENS PRATIQUES SUR L

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. %
			sang	urines	cheveu
Balah ben M.....	M.P.	12	0	57	171
Bouchta ben L	»	12	0	15	134
Rahal ben A.....	»	14	0	64	43
Lahcen ben M.....	»	18	0	86	
Ahmed ben D.....	»	20	0	192	164
Ali ben K	«	24	0	68	58
Moha ben Z.....	»	24	0	46	265
Abderrahmane ben D.....	»	36	0	36	110
Houazini ben A.....	»	36	0	26	860
Kebir ben M.....	»	43	0	108	217
G	Cap.	1	0	44	74
T.... Pierre	»	12	0	40	0
Bouâzza ben L.....	»	—	0	50	0
Layachi ben S.....	»	48	0	38	100
El-Maâti ben K.....	Man.	12	0	0	166
Mohamed ben E.....	»	12	0	126	61
Allal ben B	»	24	0	36	229
Djillali ben H.....	»	36	0	132	62
Hamou ben M.....	»	12	0	19	108
Mohamed ben B.....	»	12	0	34	540

UVRIERS DE LA MINE DE SIDI EMBARK

Numération globulaire		Hémoglobine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
4.800.000	5.200	80	0,75	69	1	24	6
3.940.000	6.800	85	0,97	64	1	27	8
4.800.000	9.200	80	0,75				
4.660.000	5.800	80	0,77	48	1	47	4
4.400.000	4.500	85	0,87	53	4	35	8
4.430.000	6.200	80	0,84	60		35	5
4.460.000	4.400	80	0,81				
4.170.000	6.400	85	0,92	50	5	40	5
4.370.000	3.400	80	0,82				
4.910.000	7.200	85	0,78	63	2	31	4
3.890.000	3.900	90	1,04	56	2	34	8
4.920.000	8.000	90	0,82	63	1	32	4
4.850.000	7.600	85	0,79	58	5	31	6
4.430.000	7.900	90	0,91	71	3	19	7
4.400.000	6.800	80	0,82				
4.300.000	7.400	75	0,78	55	2	38	5
2.900.000	4.700	65	1,01	62	3	24	11
3.470.000	5.600	85	1,10	63	1	34	2
3.800.000	5.200	85	1,01	62	2	32	4
4.960.000	7.200	85	0,77	51	3	42	4

RÉSULTATS DES EXAMENS PRATIQUES SU

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. ‰
			sang	urines	cheveux
Haoucine ben M	M.P.	18	0	50	308
Rahal ben A	»	33	0	106	383
Mohamed ben A.....	»	36	0	52	333
Azizi ben B	»	43	0	47	1.230
Abdeslem ben S	»	43	0	36	504
N° 44	Man.	28	0	46	647
Mohamed ben B.....	»	26	0	36	868
Hamam ben M	»	49	0	45	366
Abderamane ben H.....	»	55	0	118	440
Ahmed ben M.....	»		0	264	1.107

RESULTATS DES EXAMENS PRATIQUES SU

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. ‰
			sang	urines	cheveux
Mohamed ben H.....	MM.	60	0	46	185
Harchkik ben H.....	»	72	0	23	200
Sidi S.....	»	72	0	4	173
Abdeslem ben A	»	90	0	57	125
Farrazzi ben A.....	»	144	0	22	104
Driss ben A.....	»	144	0	20	43
Ali ben O.....	»	144	0	157	181
Mohamed ben L	»	144	0	10	89
Sidi M.....	»	144	0	8	170
Baba L.....	Cap.	90	0	22	263

ES OUVRIERS DE LA MINE DE MGUEDH

Numération globulaire		Hémoglobine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
3.990.000	4.800	85	0,96	53	1	44	2
4.190.000	6.900	85	0,91	60	3	36	1
3.810.000	4.600	80	0,91	52	3	39	6
4.240.000	5.300	85	0,90	53	6	36	5
4.600.000	5.800	85	0,83	59	3	32	6
4.760.000	5.200	80	0,76	71	3	22	4
3.200.000	7.600	85	1,19	61	1	32	6
4.420.000	7.400	80	0,81	52	4	38	6
4.090.000	8.200	85	0,93	73	2	24	1
3.850.000	6.200	80	0,93	51	1	43	5

ES OUVRIERS DE LA MINE DE TAFGOUT

Numération globulaire		Hémoglobine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
4.200.000	5.800	75	0,80	67	5	25	3
3.930.000	6.600	80	0,91	52	1	37	10
3.470.000	4.200	60	1,03	54	2	43	1
4.400.000	5.600	80	0,81	60	1	35	4
3.610.000	4.100	85	1,06	72	1	23	4
3.940.000	7.500	75	0,85	58		35	7
4.190.000	9.200	75	0,80	62	5	25	8
4.250.000	5.400	70	0,74	52	2	43	3
3.100.000	5.600	65	0,94	48	2	47	3
4.060.000	5.800	70	0,78	50	2	47	1

RESULTATS DES EXAMENS PRATIQUES SU

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. %
			sang	urines	cheveu
Ahmed ben M	MM.	13	0	32	
Moulay ben D.....	»	14	0	31	142
Mohamed ben M.....	»	24	0	60	166
Moulay B	»	36	0	90	217
Amou ben A	»	36	0	58	1.259
Abderrahmane ben M.....	»	60	0	28	600
Aomar ben A.....	»	36	0	22	137
Haddou B.....	»	60	0	55	635
Benacen ben A.....	»	72	0	80	173
Hamadi S.....	»	160	0	90	319
Kebir ben B	Man.	24	0	62	192
Hammouad A.....	»	72	0	38	2.655
Halifa B	»	108	0	46	421
Miloudi ben M.....	»	120	0	84	93
Ahmed ben S	»	26	0	38	800

UVRIERS DE LA MINE D'ICH OU MELLAL

Numération globulaire		Hémo-globine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
	7.600	85		54	2	41	3
3.900.000	3.800	80	0,92	52	6	36	6
3.480.000	4.000	75	0,97	66	2	27	5
3.950.000	8.400	80	0,91	57	3	39	1
4.250.000	9.800	75	0,79	59	2	33	6
2.600.000	5.500	65	1,12	11	1	83	5
4.720.000	5.800	85	0,81	67	2	27	4
3.100.000	6.200	70	1,02	49	1	48	2
4.750.000	5.200	80	0,76	63	1	33	3
3.440.000	7.200	80	1,05	62	1	34	3
4.500.000	7.600	75	0,75	61	4	32	3
3.660.000	4.700	75	0,92	52	1	44	3
4.260.000	7.100	75	0,79	53	6	40	1
3.880.000	5.600	85	0,98	32	14	45	9
3.260.000	7.200	80	1,10	61	1	35	3

RESULTATS DES EXAMENS PRATIQUES SUR LE

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. %
			sang	urines	cheveu
Mohamed ben M.....	Ch.	24	0	44	300
Bouzkri ben M	»	24	0	60	0
Moha ben M.....	»	24	0	40	290
Belaïd ben B	»	60	0	67	188
Abdallah ben B.....	»	24	0	40	104
Mohamed ben H.....	MM.	36	0	78	150
Omar ben A.....	»	60	0	71	971
Mohamed ben B.....	»	63	0	58	200
Mohamed ben H.....	»	69	0	204	88
Radi ben A	»	120	0	95	440
Mohamed ben A.....	»	120	0	32	414
Lahcen ben M.....	»	144	0	200	232
Allal ben D.....	M.P.		0	50	94
Moktar ben M	»	78	0	130	81
Salem ben T.....	Man.	60	0	32	330
Miloud ben A.....	»	100	0	78	283
Lahoucine ben M	»	84	0	100	610
Ahmed ben M.....	»	84	0	70	180
Hajadi ben F.....	»	132	0	59	1.000
Cherki ben A.....	Lav.	25	0	44	562
Mohamed ben A.....	»	27	0	287	290
Larbi ben A.....	»		0	66	207
Mohamed ben B.....	Cap.	36	0	49	224
Lahcen ben E.....	»	186	0	228	563

LES OUVRIERS DE LA MINE DE TOURTIT

Numération globulaire		Hémoglobine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
3.460.000	7.000	75	0,97	60	8	30	2
3.100.000	8.600	70	1,02	67	1	28	4
3.700.000	4.800	80	0,97	46	2	52	
3.490.000	5.800	65	0,84	50	5	39	6
4.600.000	5.600	80	0,78	62	2	34	2
3.300.000	6.200	80	1,09	64	3	30	3
5.080.000	3.900	85	0,75	67	1	25	7
3.730.000	4.000	80	0,96				
3.180.000	6.100	80	1,13	58	6	33	3
4.200.000	7.200	85	0,91	66	1	32	1
4.700.000	6.700	85	0,81	44	3	50	3
4.370.000	7.400	80	0,82	65		27	8
3.460.000	5.500	70	0,91	61	1	85	3
4.100.000	6.400	85	0,93	46	3	51	
3.730.000	7.400	80	0,96				
5.260.000	7.500	80	0,68	55	1	36	8
4.660.000	5.200	80	0,77	59	2	38	1
4.800.000	8.000	85	0,79	65	1	32	2
3.940.000	5.400	85	0,97	63	1	32	4
3.710.000	3.500	80	0,97	60	4	30	6
3.610.000	8.000	85	1,05	59	1	27	13
4.890.000	4.300	80	0,74	68	1	19	12
4.500.000	6.400	75	0,74	59	1	30	10
3.720.000	7.600	85	1,02	63	2	33	2

Noms	Spécialités	Ancienneté en mois	Dosages d'antimoine		
			gammas ‰		mg. ‰
			sang	urines	cheveux
Mohamed ben A.....	Ch.	1	56	0	0
Laïdi ben H.....	»	1	274	0	0
Ahmed ben A.....	»	8	0	0	136,3
Mohamed ben S.....	»	10	66	0	0
Allal ben D.....	»	24	100	0	0
Ahmed ben D.....	»	36	0	0	0
Moamed ben A.....	»	6	190	0	0
Maati ben M.....	»	11	0	0	0
Hamou ben M.....	»	36	800	0	161,1
Mohamed ben B.....	»	36	566	45	2.000
Ahmed ben D.....	»	36	1.370	59	1.898
Rahen ben M.....	MM.	8	274	0	0
Abderrahman ben L.....	»	18	89	0	96,6
Hamadi ben A.....	»	9	0	0	82,5
Bardelbel ben S.....	»	24	260	0	0
Abdelkader ben D.....	»	36	0	0	0
Achour ben A.....	»	36	750	0	0
Mohamed ben Y.....	Man.	1	62	0	0
Touafi ben M.....	»	10	343	0	0
Mohamed ben B.....	»	24	714	56	

ES OUVRIERS DE LA MINE DE TEDDERS

Numération globulaire		Hémo-globine	Valeur globulaire	Formule leucocytaire			
GR	GB			PN	PE	L	M
3.975.000	6.300	80	0,90	47		51	2
4.287.500	6.800	70	0,73	46	3	50	1
3.720.000	3.800	80	0,97	59	1	38	2
4.270.000	6.100	80	0,84	47	3	48	2
4.045.000	5.000	85	0,95	69	2	28	1
3.600.000	4.600	70	0,87	43	3	53	1
4.060.000	8.200	75	0,83	63	1	34	2
4.010.000	4.800	80	0,90	56		41	3
3.520.000	6.100	70	0,89	68	1	26	5
4.400.000	6.600	80	0,82	67	1	26	6
3.460.000	8.000	80	1,03	71	2	26	1
3.900.000	7.800	75	0,86	56	3	39	2
4.505.000	8.200	85	0,84	40	1	57	2
3.910.000	6.000	85	0,97	57	1	40	2
3.620.000	7.300	85	1,05	53	1	42	4
4.200.000	9.100	85	0,91	60	2	36	2
3.610.000	4.700	75	0,93	53	1	45	1
4.445.000	6.200	80	0,89	75	2	22	1
4.280.000	5.200	80	0,83	62	1	36	1
3.190.000	6.400	75	1,06	59	4	36	1

Répartition de l'antimoine dans l'organisme et élimination

Personnellement, nous n'avons procédé à aucune autopsie et nous n'avons pratiqué aucune expérimentation. Aussi, avant d'exposer les résultats de nos recherches sur l'antimoine dans le sang, les urines et les cheveux des mineurs, nous avons pensé utile de rassembler certaines données bibliographiques sur la répartition de l'antimoine dans l'organisme et son élimination.

Les quelques autopsies pratiquées à la suite de décès survenus chez des intoxiqués, ont permis d'établir que la majorité de l'antimoine se retrouvait dans le foie et, de façon moins constante et en quantité moindre dans les muscles, les reins, le cerveau Dans les intoxications aiguës, on ne le retrouve qu'au niveau du tube digestif.

Les expériences de Smith et Steele, tout en confirmant ces faits, les ont précisés grâce à l'emploi d'un dérivé antimonié radioactif. Les essais ont été pratiqués sur des cobayes et des poulets ; les animaux étaient exposés pendant 50 minutes à de l'hydrogène stibié radioactif à la concentration de 25 gammas °/₀₀. Les auteurs ont constaté que le foie était l'organe qui fixait le plus d'antimoine ; les plus faibles teneurs se retrouvaient dans le cerveau. Dans le muscle et dans le cœur, les chiffres étaient très variables. Au cours des minutes qui suivent la fin de l'exposition, la teneur en antimoine dans le sang passe tout d'abord par un clocher. Au début, la concentration est plus forte dans les éléments figurés que dans le plasma, puis l'équilibre s'établit peu à peu. La baisse du taux d'antimoine dans le sang est plus rapide que dans les organes. Cela s'explique, non pas par une excrétion, mais par perte de l'antimoine sanguin au niveau des organes irrigués. Cette diminution du taux sanguin, dépendra donc, au début tout au moins, de la vascularisation propre des organes. Au bout de trois à quatre heures, les deux processus, fixation et excrétion, s'équilibrent. Plus tard, l'excrétion assure la quasi-totalité de l'épuration sanguine. Quel que soit l'animal utilisé, au bout de huit heures, le rapport concentration tissulaire/concentration sanguine est constant.

L'élimination de l'antimoine se fait surtout par la bile et par le rein, plus accessoirement par les glandes intestinales et par les téguments.

Gellhorn en étudiant l'élimination de l'antimoine au cours des intoxications thérapeutiques, a souligné la différence de comportement entre les dérivés trivalents et pentavalents. L'élimination est plus rapide et la quantité totale excrétée par les urines est beaucoup plus grande lorsqu'il s'agit de dérivés pentavalents que dans le cas de dérivés trivalents. Après des injections de dérivés pentavalents, on retrouve 60 % de la dose dans les urines ; avec les dérivés trivalents, seulement 14 %.

Godwin, en faisant d'autres essais sur les animaux, confirme ces données et précise que 30 à 40 % du produit injecté se retrouve dans les urines au bout d'une heure à une heure et demie. La quantité restante est éliminée plus lentement. Après injection d'antimoine trivalent, 60 % de la quantité injectée est mise en évidence dans les urines et seulement 10 % dans le cas d'antimoine pentavalent.

En ce qui concerne l'antimoine non excrété et fixé dans l'organisme, le même auteur constate qu'au niveau du foie, une très faible quantité de l'antimoine pentavalent est réduit à l'état trivalent.

Fixation et élimination de l'antimoine chez le mineur marocain

Dans le but d'étudier la fixation et l'élimination de l'antimoine chez les mineurs des mines marocaines, nous avons procédé au dosage de ce métalloïde dans le sang, les urines et les cheveux des travailleurs examinés. Pour ces déterminations, nous avons utilisé la technique suivante.

PRINCIPE

Au cours de la minéralisation des matières biologiques, tout l'antimoine est oxydé à l'état pentavalent par de l'acide perchlorique. Cet antimoine pentavalent réagit avec la rhodamine B pour donner un complexe rouge, insoluble dans l'eau mais soluble dans les solvants organiques. Après extraction par le benzène, l'intensité de couleur du complexe est mesuré photométriquement.

RÉACTIFS

1 — Acide sulfurique d = 1,84
2 — Acide nitrique d = 1,42
3 — Acide perchlorique à 60 %
4 — Benzène
5 — Acide chlorhydrique 6 N :
Mélanger à parties égales de l'acide chlorhydrique pur avec de l'eau distillée.
6 — Acide orthophosphorique 3 N :
Diluer 70 cm³ d'acide phosphorique concentré à 1 litre avec de l'eau distillée.
7 — Solution de rhodamine B à 0,02 %
8 — Solution mère d'antimoine
Peser 0,1000 g. d'antimoine et ajouter 25 cm³ d'acide sulfurique. Chauffer jusqu'à dissolution du métal. Refroidir et diluer à un litre avec de l'eau distillée. Cette solution contient 100 gammas de Sb (III) par centimètre cube.
9 — Solution fille : diluer la solution précédente au 1/100.

1. *Minéralisation :* Peser 15 g. de sang ou de tissus (lorsqu'il s'agit d'urines ou de plasma, opérer sur 50 cm³) et les transvaser

dans un Kjeldahl. Rincer le tube de prélèvement avec de l'eau distillée et ajouter les eaux de lavage du Kjeldahl.

Porter sous la hotte. Ajouter alors : 5 cm³ d'acide sulfurique concentré et 5 cm³ d'acide nitrique concentré.

Chauffer avec précautions surtout lorsqu'il s'agit de sang ou de tissus car il y a formation d'une mousse abondante et risques de projections.

Après disparition des vapeurs nitriques augmenter le chauffage. S'il se produit un noircissement, ajouter quelques centimètres cubes d'acide nitrique et laisser les vapeurs nitriques se dégager. Si la solution noircit de nouveau, recommencer l'addition d'acide nitrique jusqu'à éclaircissement définitif de la solution et apparition de fumées blanches d'anhydride sulfurique. Etant donné la présence de fer, la solution sera jaune à chaud mais incolore après refroidissement.

A la solution incolore, ajouter 2 gouttes d'acide perchlorique et chauffer fortement jusqu'à apparition des fumées d'anhydride sulfurique. Si, occasionnellement, la solution charbonne, poursuivre le traitement à l'acide perchlorique, sans exagération. La solution refroidie doit être incolore. Après le traitement perchlorique, laisser refroidir la solution, ajouter 3 cm³ d'eau distillée et chauffer fortement jusqu'à nouvelle apparition des fumées blanches. Laisser refroidir.

2. *Dosage colorimétrique :* La réaction colorimétrique devant être conduite à une température inférieure à 20°, l'opération sera pratiquée dans un bain de glace. Le dégagement de chaleur provoquée par l'addition des réactifs sera ainsi compensé. Ajouter dans le Kjeldahl contenant la liqueur de minéralisation et dans l'ordre indiqué ci-dessous en agitant après addition, sans s'attarder après l'addition d'acide phosphorique :

5 cm³ d'acide chlorydrique 6 N
8 cm³ d'acide phosphorique 3 N et immédiatement après
5 cm³ de rhodamine B à 0,02 %.

Verser la solution obtenue dans une ampoule à décantation et rincer le Kjeldhal avec 10 cm³ de benzène que l'on ajoute à l'ampoule à décantation. Agiter fortement au moins 150 fois. Rejeter la phase aqueuse et recueillir la phase benzénique. Préparer une solution pour la mesure de l'absorption de base avec les réactifs suivants : 5 cm³ d'acide chlorhydrique 6 N, 8 cm³ d'acide phosphorique 3 N et 5 cm³ de rhodamine B à 0,02 %.

Mesurer l'absorption de la réaction au photocolorimètre pour une longueur d'onde de 565 mμ et retrancher l'absorption de base à la valeur trouvée.

Peser des échantillons d'environ 15 g. de sang pur exempt d'antimoine. Les transvaser dans des Kjeldahls et ajouter des volumes croissants de solution fille d'antimoine, par exemple : 0 (essai à blanc), 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10 cm³.

Effectuer les minéralisations et conduire les opérations de développement de la coloration comme indiqué dans la technique ci-dessus. Retrancher des valeurs trouvées la lecture de l'essai à blanc.

La courbe obtenue est valable pour plusieurs déterminations. Elle devra être refaite lors du renouvellement des réactifs.

Remarques

La précision du dosage par la rhodamine B dépend surtout de la transformation des différentes formes de l'antimoine en antimoine pentavalent. En effet, seul Sb (V) réagit avec la rhodamine B pour donner un complexe coloré susceptible d'un dosage colorimétrique.

L'oxydation se produisant au cours de la minéralisation, celle-ci est l'opération essentielle de la technique.

D'après Conrad, la minéralisation nitro-sulfurique classique conduit à la formation de trois oxydes : Sb_2O_3 ; Sb_2O_4 ; Sb_2O_5. Les tentatives de l'auteur pour oxyder par du sulfate de cérium l'oxyde intermédiaire Sb_2O_4 à l'état de Sb_2O_5 ayant échoué, l'auteur préconisa sa réduction préalable par du sulfite de sodium, puis l'oxydation à l'état pentavalent par du sulfate de cérium. L'emploi d'acide perchlorique ajouté en fin de minéralisation nitro-sulfurique, méthode utilisée avec succès par Freedman, permet d'éviter l'utilisation du sulfite de sodium et du sulfate de cérium.

Antimoine dans le sang

L'antimoine dans le sang n'a été décelé que chez les ouvriers de la mine de Tedders, 75 % des mineurs de cette exploitation ont de l'antimoine dans le sang avec un taux moyen de 394,2 gammas pour mille.

Tableau XII — ANTIMOINE DANS LE SANG

Antimoine en gammas ‰	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen d'antimoine en gammas ‰
Mine de Tedders :			
0	5	25	
de 0 à 100	5	25	74,6
de 100 à 500	5	25	268,2
de 500 à 1.000	4	20	707,5
Supérieur à 1.000	1	5	1.370
Total	20	100	394,2

Tableau XIII — ANTIMOINE DANS LES URINES

Antimoine en gammas ‰	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen d'antimoine en gammas ‰
Mine d'Ich ou Mellal :			
de 0 à 50	7	47	33,5
de 50 à 100	8	53	72,3
Total	15	100	54
Mine de Tourtit :			
de 0 à 50	8	33	41,3
de 50 à 100	11	46	72,9
Supérieur à 100	5	21	205,8
Total	24	100	90,9
Mine de Tafgout :			
de 0 à 50	8	80	19,3
de 50 à 100	1	10	57,7
Supérieur à 100	1	10	157
Total	10	100	36,9
Mine de Sidi M'Bark :			
0	1	5	
de 0 à 50	11	55	34,9
de 50 à 100	4	20	68,75
Supérieur à 100	4	20	137
Total	20	100	64
Mine de Mguedh :			
de 0 à 50	6	60	43
de 50 à 100	1	10	52
Supérieur à 100	3	30	163
Total	10	100	80
Mine de Tedders :			
0	17	85	
de 0 à 50	1	5	45
de 50 à 100	2	10	57,5
Total	20	100	53,3

Tableau XIV — ANTIMOINE DANS LES CHEVEUX

Antimoine en mg./kg.	Nombre de cas	Taux pour 100 ouvriers	Taux moyen d'antimoine en gammas ‰
Mine d'Ich ou Mellal :			
de 0 à 100	1	7	93
de 100 à 500	8	57	221
de 500 à 1.000	3	22	678
Supérieur à 1.000	2	14	1957
Total	14	100	558
Mine de Tourtit :			
0	1	4	
de 0 à 100	3	12,5	88
de 100 à 500	15	62,5	255
de 500 à 1.000	5	21	761
Total	24	100	339
Mine de Tafgout :			
de 0 à 100	2	20	66
de 100 à 500	8	80	175
Total	10	100	153
Mine de Sidi M'Bark :			
0	2	10,5	
de 0 à 100	6	32	66
de 100 à 500	9	47	174
de 500 à 1.000	2	10,5	700
Total	19	100	198
Mine de Mguedh :			
de 100 à 500	5	50	366
de 500 à 1.000	3	30	673
Supérieur à 1.000	2	20	1169
Total	10	100	619
Mine de Tedders :			
0	12	67	
de 0 à 100	2	11	90
de 100 à 500	2	11	149
de 500 à 1.000	2		
Supérieur à 1.000	2	11	1949
Total	18	100	729

Antimoine dans les urines

Les résultats de nos dosages ont été classés pour chaque mine en trois catégories suivant la quantité retrouvée. Les chiffres sont exprimés en gammas d'antimoine par litre d'urine.

L'étude statistique de ces résultats montre que 98,7 % des ouvriers des mines d'Ich ou Mellal, Tafgout, Sidi M'Bark, M'Guedh et Tourtit éliminent de l'antimoine par les urines. Cette proportion tombe à 15 % pour ceux de la mine de Tedders.

Parmi les travailleurs ayant de l'antimoine dans les urines, on ne remarque pas de différences significatives d'une mine à l'autre. La distribution d'antimoine dans les urines positives est caractérisée par les deux paramètres :

— moyenne 68,4
— déviation standard ..... ± 57

Le taux moyen d'antimoine chez ces personnes est situé entre les valeurs 81,1 et 55,7 avec une probabilité égale à 0,95.

L'analyse statistique ne fait ressortir aucune variation marquée du taux de l'antimoine dans les urines, en fonction du poste de travail occupé par le mineur le jour de l'enquête.

Antimoine dans les cheveux

Avant le dosage et pour éliminer toutes les poussières d'antimoine se trouvant sur les cheveux, ceux-ci sont préalablement lavés à l'aide d'un produit détergent genre « Teepol », puis rincés plusieurs fois à l'eau ordinaire et en dernier lieu à l'eau distillée Enfin, un dernier rinçage est effectué avec de l'acide chlorhydrique au 1/10, avec lequel le prélèvement est laissé en contact douze heures.

Les résultats de nos dosages ont été classés en plusieurs catégories suivant les quantités retrouvées. Les chiffres sont exprimés en mg. d'antimoine par kg. de cheveux.

L'étude statistique de ces résultats montre que 96 % des mineurs des mines d'Ich ou Mellal, Tafgout, Sidi Embark, M'Guedh et Tourtit ont de l'antimoine dans les cheveux. Cette proportion tombe à 33 % pour la mine de Tedders.

Parmi les personnes ayant un dosage positif d'antimoine, les taux trouvés varient d'une mine à l'autre. Dans chaque mine, la distribution des taux d'antimoine dans les cheveux est très asymétrique et est caractérisée par un nombre important de chiffres élevés (plus de 1 g. par kg.) par rapport aux autres valeurs qui se situent habituellement à des chiffres inférieurs à 500 mg. par kg. Dans ces conditions, les moyennes données pour chaque mine n'ont qu'une signification restreinte. Les taux dans les mines de Sidi M'Bark et Tafgout sont significativement moins élevés que dans les autres mines.

L'analyse statistique ne fait ressortir aucune variation marquée du taux de l'antimoine dans les cheveux, en fonction du poste de travail occupé par le mineur le jour de l'enquête.

CHAPITRE IV

Considérations étiologiques

Modes de l'intoxication

L'intoxication stibiée apparaît à la suite d'une erreur de posologie, ou d'un accident professionnel. Dans le premier cas, le produit en cause est souvent l'émétique. Il peut s'agir, soit d'un traitement trop prolongé, soit d'une dose trop généreuse, ou enfin, d'une susceptibilité particulière de certains sujets.

Les risques professionnels sont assez nombreux au cours de l'extraction du minerai et lors du broyage de la stibine. Ils sont plus importants au cours de la préparation industrielle du métal pur. Pendant le grillage des minerais, et ensuite au moment de la réduction de la stibine, des vapeurs de bioxyde d'antimoine peuvent se dégager et polluer l'atmosphère.

L'hydrogène antimonié qui, d'après Carozzi, serait à l'état pur aussi toxique que l'hydrogène arsenié se produit lorsque l'antimoine ou ses composés solubles viennent en contact avec de l'hydrogène naissant. Les conditions de formation de ce composé antimonié sont réalisées lorsque l'on éteint des scories par de l'eau, ou lorsque les alliages antimoniés sont traités par les acides. Il peut se produire en faible quantité en électrochimie : l'hydrogène naissant qui apparaît dans les accumulateurs pouvant réagir au niveau des plaques. Heureusement, l'hydrogène antimonié est un composé peu stable.

Des opérations diverses telles que la récupération du vieux caoutchouc, la métallurgie du cuivre, du zinc, du plomb donnent naissance à des vapeurs toxiques. Accessoirement, le port de vêtements teints avec des couleurs à l'antimoine peut déterminer des accidents locaux. Il faut noter que, malgré sa densité élevée, l'antimoine à l'état de poussière reste en suspension dans l'air plus longtemps que l'on pourrait le supposer.

Malgré les discussions soulevées au sujet de la toxicité des dérivés antimoniés, il semble possible, à l'heure actuelle de les classer par ordre de toxicité décroissante : hydrogène stibié, antimoine métal, trisulfure, pentasulfure, autres composés antimoniés.

En ce qui concerne les mineurs d'antimoine, le mode d'intoxication est un peu différent. La pénétration dans l'organisme se fait principalement par voie pulmonaire, en partie par voie digestive et, très accessoirement, par voie cutanée. La voie pulmonaire est, de loin, la voie la plus importante et la plus dangereuse.

En effet, le toxique, après avoir franchi la paroi capillaire de la petite circulation, sera déversé directement dans la grande circulation et évitera ainsi le barrage hépatique. Toutes les poussières n'arrivent pas au niveau des alvéoles, seules y parviennent celles de dimensions inférieures à 10 microns, les autres sont arrêtées dans les voies aériennes supérieures.

Dans le but de nous faire une idée du problème de l'empoussiérage dans les mines marocaines d'antimoine, nous avons effectué certaines mesures dans différents chantiers. Les prélèvements de poussières ont été effectués à l'aide du précipitateur thermique. Les numérations ont été pratiquées au microscope. Pour les dosages d'antimoine, nous avons utilisé la méthode décrite pour les dosages dans les produits biologiques. Ces résultats sont consignés dans le tableau annexe XVI. Pour les interprétations, il ne faut pas oublier que le danger d'exposition est lié au nombre de poussières inférieures à 10 microns et à la teneur de ces pousssières en antimoine.

L'étude des valeurs obtenues entraîne certaines constatations.

Le danger d'intoxication est très différent selon qu'il s'agit d'une exploitation en carrière ou d'une exploitation en galeries. Suivant que le forage des trous pour le tir des mines s'effectue à la barre à mine et à la masse ou au marteau pneumatique, le nombre de poussières dégagées est très différent. Un chantier en galeries employant des marteaux pneumatiques sera de loin plus dangereux qu'un chantier utilisant la barre à mine et la masse. L'état de la roche doit être aussi considéré. Ainsi, à la mine de Sidi Embark, on voit que la teneur en poussières par centimètre cube d'air passe du chiffre de 21.836 pour des schistes secs au chiffre de 9.735 pour des schistes mouillés. Enfin, on ne saurait négliger l'importance de la ventilation pour l'assainissement d'un chantier. Si celle-ci est efficace, comme c'est le cas pour la mine de Tedders, on voit que, même avec un marteau pneumatique, le chiffre de poussières est considérablement diminué.

En résumé, pour l'évaluation du danger d'un chantier en ce qui concerne les poussières, il y a lieu de tenir compte : du type d'exploitation, de la teneur du minerai en antimoine, du mode de forage des trous, de la ventilation.

Nous avons pensé qu'il pouvait être intéressant de tenir compte éventuellement de la toxicité des éléments minéraux associés à l'antimoine dans le minerai. Dans ce but, nous avons pratiqué une étude spectrographique sur des poussières prélevées sur différents chantiers. Nos résultats sont consignés dans le tableau XV ; il ne fait pas état, bien entendu, de l'antimoine qui figure dans tous les minerais.

Jusqu'à maintenant nos études ne nous ont pas permis de nous faire une idée de l'action de ces éléments associés. D'ailleurs, notre enquête ne nous a pas permis de rattacher aucun des trou-

TABLEAU XV

Poussières de minerais	Cu	Si	Pb	Al	Ca	Fe	Mg	As	Zn	Mn	Ba
1) Mine de M'guedh (1er type de prélèvement)	+	+	+	+							
2) Mine de M'guedh (2me type de prélèvement)	++	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+
3) Mine de Tafoudeit	++	+	+		+	+	++		+		
4) Mine de Tafgout	++	+	+		+		+				
5) Mine d'Ich ou Mellal	++	+					+				
6) Mine de Tourtit	++	+	+	+			+				

TABLEAU XVI — RESULTATS DES MESURES D'EMPOUSSIERAGE DANS LES MINES D'ANTIMOINE

Mines	Nombre de poussières par cm³ d'air					Sb en mg/m³
	1 micron	1 à 5 microns	5 à 10 microns	10 à 20 microns	Nombre total	
Mine d'Aïn Koheul (Tedders) :						
Prélèvement au voisinage immédiat d'un marteau pneumatique (excellente ventilation)	134	839	61		1.034	16
Mine de Tourtit :						
Prélèvement au voisinage immédiat d'un marteau pneumatique dans cul-de-sac sans aération secondaire. Ventilation par diffusion	2.554	7.955	209	5	10.723	36
Mine de M'Guedh :						
— Exploitation en carrière. La tête du précipitateur a été placée près de la bouche d'un mineur au marteau pneumatique	756	3.107	95	10	3.968	18,4
— Mêmes conditions mais autre poste	293	1.193	28		1.514	23
Mine de Sidi Embark :						
Galerie 2 - Filon Augustin :						
— Prélèvement au voisinage d'un marteau pneumatique. Le forage s'effectue dans du schiste très sec dans un cul-de-sac assez mal ventilé	3.420	18.183	224	11	21.836	26
— Galerie 1 - Filon Augustin :						
Forage au marteau pneumatique dans du schiste et du calcaire humides. Chantier ventilé	2.285	7.250	1.831	17	9.735	non dosé
Prélèvements dans la **laverie de Tourtit** au voisinage des tables pneumatiques	321	2.681	99	46	3.147	12

bles relevés à une intoxication par le plomb ou l'arsenic. Cependant, nous nous proposons de poursuivre des recherches à ce sujet.

En ce qui concerne la voie digestive, celle-ci n'a qu'une importance réduite par rapport à la voie pulmonaire pour la pénétration du toxique dans l'organisme du mineur de fond. Cependant, l'habitude de manger et de fumer sur le chantier, malgré toutes les interdictions, contribue fatalement à faire absorber une certaine quantité de minerai chez les travailleurs des laveries et en dehors du concassage. Le risque de pénétration par voie pulmonaire est relativement réduit pour les opérations d'enrichissement au bac sarde ou au Sluice, puisque ces manipulations se font par voie humide. Il est plus important pour la voie digestive car, le minerai mouillé colle au doigt et entretient de ce fait une souillure permanente des mains. L'hygiène personnelle rudimentaire de ces ouvriers ne fait que compliquer le problème.

D'une façon générale, nous estimons que dans les mines d'antimoine du Maroc, l'absorption du minerai par les voies digestives ne présente qu'un danger relativement faible. En effet, à part quelques oxydes le minerai est généralement constitué par de la stibine, forme sulfurée, donc difficilement soluble et absorbable au cours du transit intestinal.

SPECTROGRAMMES DE MINERAIS

I — Stibine — Mine de M'Guedh

II — Mine de M'Guedh

III — Stibine + oxyde de Sb — Mine de Tafoudeit

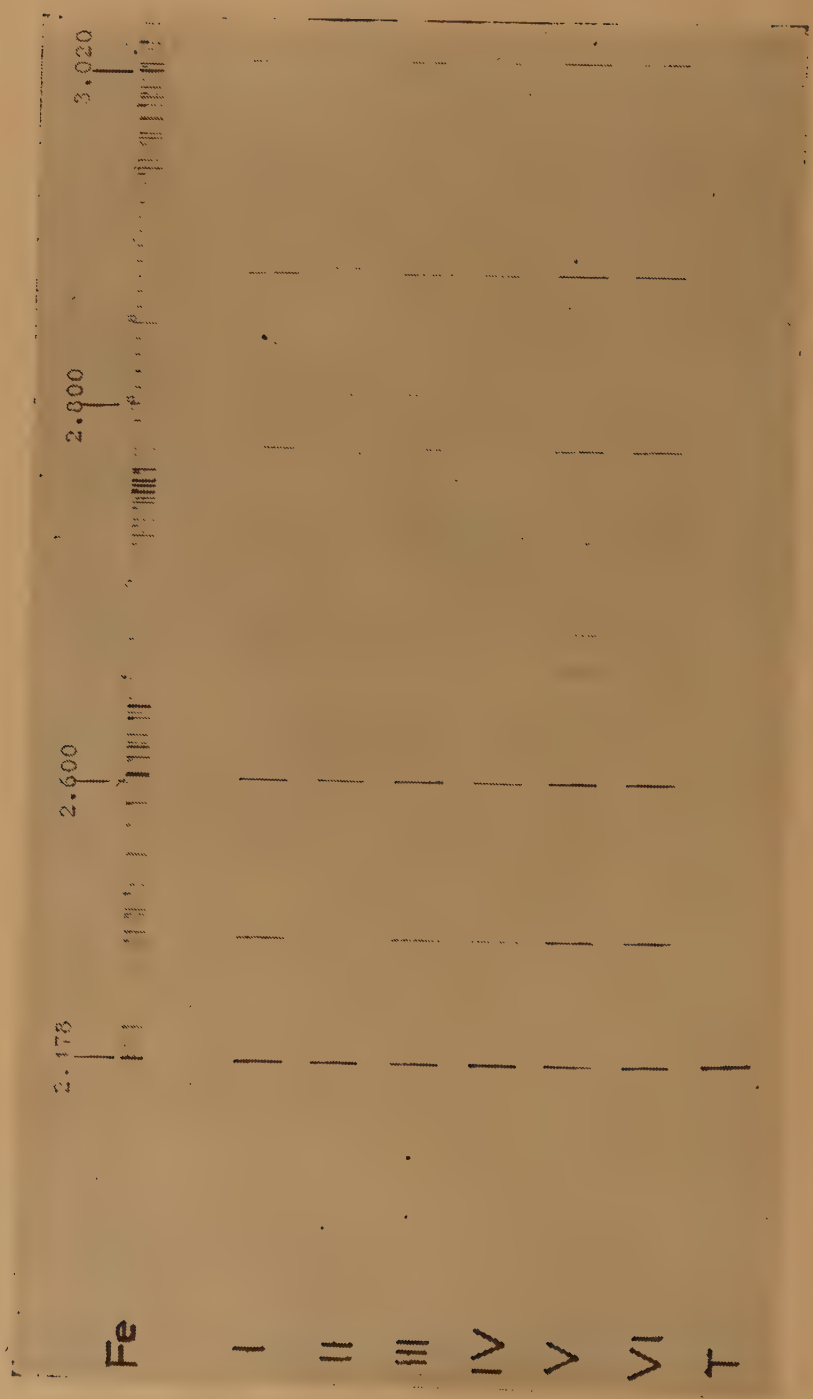
IV — Stibine + oxyde de Sb — Mine de Tafgout

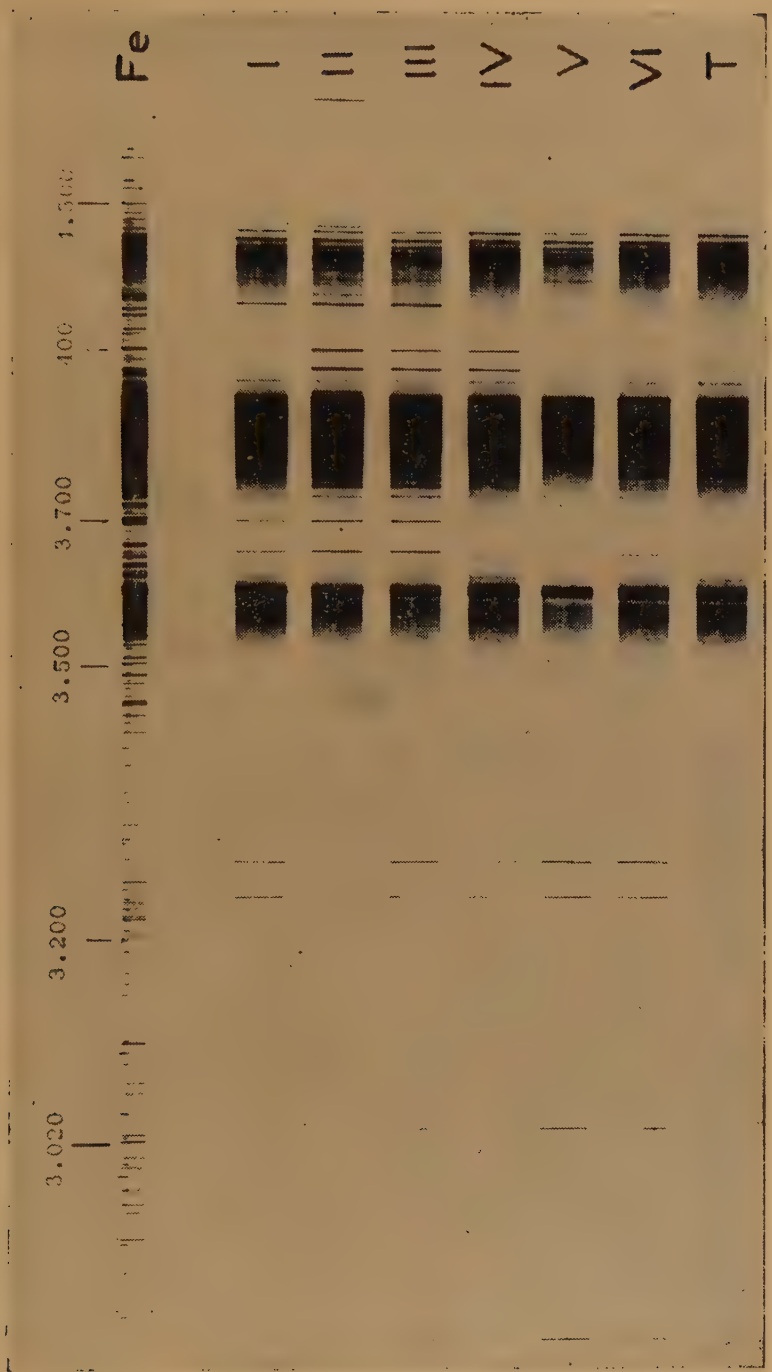
V — Stibine — Mine de Ich ou Mellal

VI — Stibine — Mine de Tourtit

Fe — Spectre de référence du fer

T — Spectre témoin des électrodes de graphite utilisées pour l'analyse


Fe
I
II
III
IV
V
VI
T
2.178
2.600
2.800
3.020


Fe
I
II
III
IV
V
VI
T
3.020
3.200
3.500
3.700
400

CHAPITRE V

Prophylaxie

Mesures Techniques

Le problème de la prophylaxie des accidents professionnels par l'antimoine dans les diverses industries est relativement plus facile à résoudre que dans les exploitations minières. Le captage des poussières et des vapeurs, une ventilation bien conduite des locaux, associés à une étanchéité soignée des appareils, permettent généralement d'éviter les intoxications.

Dans les petites exploitations minières marocaines, il est difficile d'envisager des systèmes de protection collective basés sur l'évacuation des poussières. Celle-ci doit, en effet, comporter des points de captation, des conduits d'évacuation et un système de dépouissiérage. Le prix élevé de telles installations n'est pas à la portée de ces petites sociétés. Les capteurs de poussières, qui ont été employés dans certaines exploitations étrangères, ne sont guère utilisables ici. Ces dispositifs nécessitent, pour donner un rendement intéressant, d'être soigneusement entretenus et vérifiés. La main-d'œuvre marocaine ne mesurant qu'insuffisamment l'intérêt de ces mesures de prophylaxie, ne se préoccupe pas de les tenir en état.

Beaucoup plus intéressante, à notre avis, est l'injection d'eau pendant le forage, les poussières étant en grande partie mouillées et transformées en boue. Il importe cependant que le type de marteau à injection d'eau soit soigneusement choisi ; nous avons, en effet, constaté des différences considérables d'efficacité entre plusieurs types de fabrication. Toutefois, il faut noter que le mineur marocain n'aime guère utiliser cette technique de forage ; risquant d'être mouillé, surtout en début de perforation, nous avons très souvent constaté qu'il fermait l'arrivée d'eau et effectuait le forage à sec. Une surveillance constante du chef d'équipe et la distribution de vêtements imperméables et de bottes, peuvent seules éviter de telles habitudes. Il faut aussi retenir, parmi les inconvénients de ce type de forage, la difficulté de manipulation d'un matériel plus lourd que celui par forage à sec. L'utilisation de béquilles élimine, dans une large mesure, cet inconvénient. Les exploitants objectent souvent à ce procédé, la nécessité de prévoir une amenée et l'entretien d'une conduite d'eau.

La mise en service dans certaines exploitations, de petits réservoirs faciles à manipuler, fait disparaître cette servitude.

Un certain nombre d'entreprises ont envisagé l'emploi de masques filtrants. Certains en ont même distribué. Nous pensons, que dans la pratique, ces dispositifs n'ont qu'un effet prophylactique limité. Souvent le masque n'est pas utilisé, le mineur le portant ostensiblement sur la tête, comme un attribut de sa spécialité. Très fréquemment, dès que la résistance respiratoire du masque augmente par suite du colmatage du filtre, l'ouvrier dévisse ce dernier et le retire. Enfin, dans les cas où le mineur utilise son masque correctement, il ne peut empêcher que la cartouche filtrante se colmate rapidement par l'agglomération des poussières sous l'action de la vapeur d'eau exhalée. La respiration étant devenue difficile, le travailleur quitte son masque en atmosphère viciée. Il suffit d'avoir suivi le travail d'un mineur dans une galerie, pour se rendre compte que l'utilisation du masque filtrant ne peut être retenue pour un travail prolongé dans le forage ou le pelletage.

Le masque à surpression dans lequel l'air frais, constamment renouvelé, évite la transpiration, serait plus satisfaisant. Toutefois, par suite de son raccordement à la conduite générale d'air comprimé, il présente l'inconvénient de diminuer l'autonomie du mineur. De plus, très souvent, l'air des compresseurs est insuffisamment filtré et des vapeurs d'huile gênent la respiration.

D'une façon générale, dans toutes ces mines, à côté du peu d'intérêt que lui portent les travailleurs, le masque filtrant n'est pratiquement pas contrôlé, ni suffisamment entretenu. Il contribue ainsi, à entretenir chez le mineur l'impression d'une fausse sécurité. Pour toutes ces raisons, nous pensons que le masque ne doit être utilisé qu'en l'absence de toutes autres possibilités.

En résumé, nous croyons que la lutte contre les poussières dans les mines d'antimoine marocaines pourrait être rendue efficace, avec relativement peu de dépenses, en généralisant l'emploi de l'injection d'eau et en améliorant la ventilation des galeries par l'aménagement, selon un plan soigneusement établi, des cheminées d'aération.

Toutes ces mesures techniques doivent être complétées par des mesures d'hygiène individuelle et générale. Il nous paraît absolument nécessaire qu'une quantité suffisante d'eau soit fournie aux travailleurs. Certes, nous n'ignorons pas que ce problème est souvent compliqué par la rareté de l'eau dans les régions minières nord-africaines. La facilité avec laquelle l'ouvrier marocain s'accommode d'une quantité d'eau insuffisante, incite facilement l'exploitant à méconnaître l'importance de cette question.

Dans chaque mine, des douches en nombre suffisant devraient être installées et il serait indispensable qu'il soit fait une obligation aux travailleurs de les utiliser à la sortie de la mine. Des W.-C. même sommairement aménagés, mais souvent désinfectés, devraient être construits sur les lieux de travail.

Mesures Médicales

La législation marocaine prévoit qu'une exploitation minière doit s'assurer les services d'un médecin à temps plein, à partir de six cents ouvriers. La loi n'est donc applicable à aucune des mines d'antimoine, puisque même en période de plein emploi, la totalité des ouvriers employés sur les différents chantiers n'a guère dépassé deux cents personnes. Il faut donc déplorer l'absence d'un contrôle médical. Ce problème n'est pas aisé à résoudre, car, indépendamment des questions financières qu'il soulève, il doit tenir compte de la dispersion des mines, dans une région d'accès difficile et desservie seulement par des pistes.

Il existe cependant deux solutions qui permettraient de tenir compte de ces difficultés. On pourrait, dans un premier temps, inciter ces Sociétés à s'assurer les services d'un médecin à temps partiel, en conventionnant le praticien du centre le plus proche. Dans un deuxième temps, et si les circonstances permettaient un développement plus important de ces exploitations, on pourrait créer un service médical inter-mines. Indépendamment de la médecine de soins, une telle organisation pourrait faire porter son effort sur la médecine du travail et le contrôle des conditions de travail du mineur. Quelle que soit la solution adoptée, le médecin exercera un contrôle sanitaire sur le travailleur au moment de la visite d'embauche et des visites périodiques.

La visite d'embauche aura pour but de déterminer si le sujet est médicalement apte au travail de la mine et de permettre de le placer à un poste qui conviendra le mieux à ses possibilités physiques.

La visite périodique, trimestrielle ou semestrielle est, à notre avis, plus importante. Elle permettra de dépister les cas d'intoxication à leur début et de soustraire à l'atmosphère toxique les sujets suspects. Tout ouvrier classé dans cette catégorie, devra être muté à un poste moins dangereux et n'être remis au contact des poussières d'antimoine, qu'après une nouvelle visite d'aptitude. En conclusion de nos recherches, nous pensons qu'un contrôle hématologique comportant une numération et formule sanguine complèterait heureusement les visites périodiques.

Toutes ces mesures ne sont valables que s'il s'établit une collaboration étroite entre exploitants, médecins et ouvriers. Ceci suppose une éducation du travailleur marocain qui doit être entreprise systématiquement, de façon à lui permettre de saisir pleinement la nécessité de se plier à une discipline dans l'application de toutes ces mesures de prophylaxie.

Conclusions

Comme le montrent nos études d'empoussiérage sur les chantiers, le travail dans les mines d'antimoine expose le mineur aux poussières de stibine, et cela plus ou moins dangereusement selon le poste occupé. Il peut, dans ces conditions, en résulter une intoxication.

Dans cette étude, portant sur cent quinze ouvriers, les cas cliniques objectivement imputables à l'antimoine, correspondent à des intoxications légères et chroniques. Il s'agit surtout de manifestations subjectives : céphalées, insomnies, vertiges, inappétence, douleurs musculaires. En aucun cas, nous n'avons constaté d'accidents aigus ou graves comme ceux dont les symptômes ont été déjà décrits au cours d'intoxications provoquées par l'antimoine et ses composés dans l'industrie.

Ces constatations cliniques s'accompagnent de modifications hématologiques pouvant être rapportées à l'intoxication stibiée et portant, à la fois, sur la série rouge et la série blanche. Près de la moitié des ouvriers (44 %) a un nombre de leucocytes inférieur à 6.000 par mm^3 (moyenne 4.900), (47 %), un nombre de globules rouges inférieur à 4.000.000 par mm^3 (moyenne 3.582.706). Par ailleurs, 53 % des sujets ont une modification nette ou légère de la formule leucocytaire dans le sens d'une augmentation du taux de lymphocytes.

La voie de pénétration dans l'organisme est essentiellement pulmonaire et accessoirement digestive. Les déterminations d'antimoine dans le sang, l'urine, les cheveux des mineurs, nous autorisent à conclure que l'absorption de stibine est importante. Ceci peut sembler en contradiction avec la discrétion des signes cliniques d'intoxication relevés ; cependant, il faut noter que, à part quelques oxydes le minerai est généralement constitué par de la stibine, forme sulfurée, donc moins toxique que les autres sels d'antimoine.

Les analyses statistiques effectuées dans le but d'établir une corrélation entre la spécialisation de l'ouvrier et l'importance de l'intoxication, n'ont fait ressortir aucune modification notable des éléments figurés du sang, en fonction du poste de travail occupé par le mineur. Il en est de même pour les taux d'antimoine dans le sang, l'urine et les cheveux des mineurs. Il faut remarquer à ce sujet que les ouvriers changent fréquemment de travail dans la mine et que cette mobilité peut expliquer les faibles différences trouvées d'un poste à l'autre.

Par contre, les études statistiques effectuées sur les ouvriers dans le but de comparer entre elles les exploitations minières font apparaître des différences significatives pour le taux d'hémoglobine, dont les valeurs les moins perturbées ont été trouvées à Mguedh et les plus faibles à Tafgout. Par ailleurs, le pourcentage des mineurs ayant de l'antimoine dans les cheveux est significativement plus faible pour la mine de Tedders que pour les autres mines. Il en est de même pour les dosages effectués dans les urines. Enfin il faut noter que seuls les ouvriers de la mine de Tedders ont de l'antimoine dans le sang.

La prophylaxie pourrait paraître quelque peu superflue en regard de la faible importance des troubles cliniques observés. En réalité, ce point de vue vaut pour l'immédiat, alors que l'absentéisme du travailleur marocain, les fréquents changements de poste, les arrêts d'exploitation, contribuent à pallier l'absence des mesures techniques de prophylaxie. Dans l'avenir, le développement logique de l'exploitation minière au Maroc, comme les modifications probables du statut social des mineurs, obligeront les entreprises à recruter un personnel plus spécialisé et à le sédentariser. Les risques professionnels seront alors accrus et une prophylaxie sera nécessaire.

Au point de vue technique, la généralisation de l'emploi du marteau à injection d'eau pour le forage permettra de réduire l'empoussiérage des chantiers. Au point de vue médical, la création d'un centre de médecine inter-mines permettra de contrôler l'état de santé des travailleurs au moment de leur embauche et surtout, au cours des visites périodiques, de réaliser un dépistage précoce des intoxiqués.

LU ET APPROUVÉ.
Le Président de Thèse :
J. SAUTET.

VU ET APPROUVÉ.
Le Doyen :
G. MORIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER N°
AIX, le 13 Septembre 1956
Le Recteur : BLACHE.

Bibliographie

Agard J. et collaborateurs. — Géologie des gîtes minéraux marocains — *Service géologique* (Protectorat de la République Française au Maroc, 1952).

Aiello G. — Patologia da antimonio — *Fol. Med. Ital.*, 1955, **38** (2), 100-110.

Antaki H. — Polarographic determination of antimony blood levels in the stibophen therapy of schistosomiasis — *Jl of the Royal Egyptian Medical Association*, 1952, **35**, 772-85.

Antonniotti F. et Morera A. — La patologia da antimonio — *Attualita Médica*, 1949, **14** (3), 5-6.

Bamford F. — Determination of antimony in viscera and excreta — *Analyst* 1934 (59), 101-102.

Bammister C. O. — Metallurgy of non-ferrous metals — *Mining Jl*, Centenary 1935, 17-18.

Base A. N., Chosh T. N., Mitra S. N. et Datta S. — Toxicity of some organic antimonial drugs used for the treatment of Kala-Azar — *Indian Med. Gaz.*, 1946, **81**, 13-16.

Baud P. — Traité de chimie industrielle — Masson édit., 1951, t. II, p. 871.

Biondi G. — Hygiène du travail — B.I.T., Genève 1932, t. I, p. 239.

Boyd T. C. et Roy A. C. — The Excretion of antimony in the urine — *Indian Jl Med. Research*, 1929, **17**, 94-108.

Braun H. A., Lusky L. M. et Calvery H. O. — L'efficacité du 2-3 dimercaptopropanol (B.A.L.) dans le traitement des intoxications par les composés d'antimoine, de bismuth, de chrome, de mercure et de nickel — *Analyse in Arch. Mal. prof.*, 1948, **9**, 111-168.

Brewald B. — Danger to health of antimonials enamels — *Angew Z. Chem.*, 1928, **41**, 287-288.

Brieger H., Semisch Ch. W., Stasney J. et Piatnek D. A. — Industrial antimony poisoning — *Ind. Med. and Surgery*, 1954, **23**, 521-523.

Bulmer F. M. R. et Johnston J. H. — Antimony trisulfide — *Jl Ind. Hyg. Toxicol.*, 1948, **30**, 26-28.

Carozzi L. — Les métaux toxiques — Département du Commerce et de l'Industrie, Genève, 1953, pp. 11-16.

Chakravarti R. N. et Sen Gupta P. C. — Urinary excretion of antimony after administration of methyl glucamine antimoniate ; preliminary observations — *Indian Med. Gaz.*, 1950, **85**, 388-391.

Chapman A. C. — Traces of metals in animal's tissus — *Nature*, 1930, **126**, 761.

Charles J. A. — Antimony poisoning from enameled vessels — *Quart Jl. Pharm.*, 1928, **1**, 454.

Chaudhury R. N. — Antimony and its derivatives (toxicity) — *Indian Med. Gaz.*, 1947, 541-542.

Cholak J. and Hubbard D. M. — The microdetermination of antimony in biological material — *Jl of ind. Hyg. and Toxicol.*, 1946, **28**, 121-124.

Chopra R. N., Gupta J. C. and Chaudhury S. G. — Action of antimony compounds on the adrenals — *Indian Jl Med. Research*, 1928, **16**, 441-446.

Davis P. A. — Toxic. Substances in the rubber industry. XII antimony and its compounds — *Rubber Age*, 1930, **27**, 367-368.

Derobert L. et Hadengue A. — Le B.A.L., ses propriétés et ses possibilités thérapeutiques — *Arch. Mal. prof.*, 1949, 246.

Despujols. — Historique des recherches minières au Maroc — Imprimerie Officielle, Rabat 1936.

Donald J. M. (Mc). — Metallic poisons — *Ind. Med.*, 1941, **10**, 447-452.

Dubreuil R. — Les maladies professionnelles dans les mines du Maroc — Thèse Médecine, Toulouse 1950.

Dunn J. T. — Curious case of antimony poisoning — *Analyst*, 1928, **53**, 532-533.

Eagle H., Germuth F. G., Magnuson J. H. J. et Fleischman R. — Protective action of B. A. L. (2-3 Dimercaptopropanol) in experimental poisoning — *Jl Pharmacol. and Exper. Therap.*, 1947, **89**, 196-204.

Eyssautier L. — L'industrie minière au Maroc — Imprimerie Edita, Casablanca, 1952.

Feil A. — La dermite professionnelle de l'antimoine — *Arch. Mal. Prof.*, 1947, 497.

Feil A. — La dermite stibiée — *Arch. Mal. prof.*, 1939-1940, 484.

Flury F. — Damaging of health through containing enamel — *Z. Angew Chem.*, 1927, **40**, 1.134-1.136.

Frederick W. G. — Estimation of small amounts of antimony with rhodamine B — *Indusr. and Engineer. Chemistry*, 1941, **13**, 922-924.

Friedheim E. A. H. — Organic compounds of antimony for therapeutic use — *Brit.*, 1949, **12**, 633-370.

Gammill J. F., Southan C. M. et Von Dyke H. B. — Effect of 2.3 Dimercaptopropanol on acute poisoning by tervalent and quinquavalent antimonial drugs — *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, **64**, 12-16.

Gellhorn A., Rose H. M. and Culberston J. T. — The plasma antimony concentration and the urinary antimony excretion in man during therapy with organic antimony compounds — *Jl of Tropical Med. and Hyg.*, 1947, **50**, 27-31.

Goodwin L. G. and Page J. E. — A study of excretion of organic antimonials using a polarographic procedure — *Jl Biochim.*, 1943, **37**, 198-209.

Hodgson E. C., Vardon A. C. and Zorawarsingh — Studies of the effects of antimony salts. I. The effect of antimony salts on conception and pregnancy in animals — *Indian Jl Med. Research.*, 1927, **15**, 491-495.

Irving Sax N. — Handbook of dangerous materials — *Reinhold Publishing Corporation*, New-York, 1951, p. 28.

Janron M., Bertrand L. and Izarn P. — Fatal accident due to intolerence to R.P. 2168 ; serohemorragic apoplexie of, brain during therapy of Kala Azar on adult —*Paris Médical*, 1949, **39**, 69-71.

Kaplan E. and Korff F. A. — Antimony in food poisoning — *Food Research*, 1936, **1**, 529-536.

Kazzaz D. S. and Tabbara R. — Effect of reprodral (stibophen) on electrocardiogram of dog — *Am. Jl Trop Med.*, 1951, **31**, 510-513.

Kramer L. B. — Antimony concentration in thyroid gland. Effect upon metabolic rate and serum cholesterol level — *Bull. Johns Hopkins*, 1950, **86**, 179-181.

Labat J. A. — Determination of some mineral poisons in Toxicology — *Bull. Trav. Soc. Pharm., Bordeaux*, 1940, **78**, 135-148.

Launoy L. — The effect of cysteine on the toxicity of antimony — *C.R. Acad. Sc.*, 1934, **199**, 646-648.

Lawrence T. and Fairhall. — Inorganic industrial hazards — *Physiol Rev.*, 1945, **25**, 182-202.

Leclercq J. — Intoxications, antimoine — *Encyclopédie médico-chirurgicale*, 1937, 16.007.

Mc Chesney E. W. — Colorimetric micromethod for determination of antimony in biological materials — *Indust. and Engin. Chemistry, Anal.* 1946, **18** ,p. 148.

Morin Ph. — Les gisements de Tafoudeit — *Arch. Serv. géol. Maroc*, 1943.

Moxon A. L., Jensen C. W. and Paynter C. R. — Influence of germanium, gallium, antimony and some organic arsenicals on toxicity of selenium — *Proc. S. Dakota Acad. Sci.*, 1946-1947, **26**, 21.

Ness A. T., Brady F. J., Cowie D. B. and Lawton A. H. — Anomalous distribution of antimony in white rats following administration of tartar emetic — *Jl Pharmacol. and Exper. Therap.*, 1947, **90**, 174-180.

Newton J. Shirley. — Rubber compoundings ingredients and their health hazards — *Rubber Age*, 1927, **22**, 71-72 et 74-76.

Nimi O., Akazawa H. and Maeda Y. — Effect of antimony preparations upon tissue culture growth. Their toxicity and therapeutic efficacity on protozoiasis — *Japan Jl Microbiol. U. Pathol.*, 1942, **36**, 1.183-1,195.

Oelkers H. A. — Effect of arsenic and antimony compounds on blood sugar — *Pathol. U. Pharmak.*, 1939, **191**, 661-669.

Oelkers H. A. — The pharmakology of arsenic and antimony — *Arch. experiment. Path. Pharmak.*, 1937, **184**, 276-288.

Oelkers H. A. and Luders H. — Antimony as a metabolic poison — *Klin. Wochshr.*, 1937, **16**, 680-681.

Oelkers H. A. and Vincke E. — The mode of action of arsenic and antimony — *Arch. Exp. Path. U. Pharmak.*, 1936, **182**, 499-503.

Otto G. F., Maren T. H. and Brown H. W. — Blood levels and excretion rates of antimony in persons receiving trivalent and quinquavalent antimonials — *Am. Jl Hyg.*, 1947-1948, 193-211.

Palmeri C. — Toxicology and the identification of antimony — *Industria Chimica*, 1932, **7**, 567-572.

Patty — Industrial hygiene and toxicology — Interscience Publishers, New-York - London, 1949, p. 678.

Peppe V. (De). — Saturnism in munitions workers — *Medicina Lavoro*, 1938, **20** : 257-268, 306-311, 332-340.

Perperot H. and Lefaux. — Antimony in foods — *Ann. Fals. Fraudes*, 1950, **43**, 213-217.

Policard A. — Influence de la taille des poussières sur leur nocivité — *Le Médecin d'Usine*, 1938, **1**, 1.

Povoleri F. — Liver disorders produced by colloïdal antimony sulfide — *Atti ist. Veneto sci.*, 1937, **96**, 67-76.

Pribyl E. — The nitrogen metabolism in experimental subacut arsenic and antimony poisoning — *Jl U. Biol. Chem.*, 1927, **74**, 775-781.

Quinby R. S. — Health hazards in the rubber industry — *Jl Ind. Hyg.*, 1926, **8**, 103-112.

Renes L. E. — Poisoning industry (antimony) — *Archives Industr. Hyg.*, 1953, **7**, 99-108.

Rittey D. A. W. — Dimercaptol (B.A.L.) in acute antimony dermatites — *Lancet*, 1950, **1**, 225.

Rodier J., Graudé Ch. et Rodi L. — Dosage de l'antimoine dans les produits biologiques — *Bull. Inst. Hyg. du Maroc*, 1954, **4** n.s. 34-289.

Rodier J. — Maladies professionnelles dans les mines marocaines — *Maroc Médical*, 1953, (334), 205.

Rodier J. — Les poussières dans les maladies professionnelles au Maroc — *Bull. Inst. Hyg. du Maroc*, 1948, **8** n.s. 103-120.

Rose H. M. — Tolerance of antimony and arsenic by intensively treated patients (toxicity) — *Am. N.Y. Acad. Sc.*, 1948, **50**, 97-107.

Roush G. A. — Antimony — *Mineral Ind.*, 1937, **46**, 53-62.

Roy P. — L'antimoine et les microgranites de la région El Hammam-Khénifra — *Arch. Serv. géol. Maroc*, 1944,

Santiago D. Stevenson, Ramon M. Suarez and Marchand E. J. — Use of the B.A.L. in heavy metal poisoning with particular reference to antimonial intoxication — *Puerto Rico Jl Pub. Health and Trop. Med.*, 1948, **23**, 533-553.

Sauzeat H. — La prévention des poussières — *Revue de l'industrie minérale*, 1947.

Schroeder E. F., Rose F. A. et Most H. — Effect of antimony on electrocardiogram (therapy) — *Am Jl Med. Sc.*, 1946, **212**, 697-706.

Smith E. R. J., Murray Steele, Robert E., Eakin and Cowie Dean B. A. I — Tissue distribution of radio-antimony inhaled as stibine — *Lab. Clin. Med.*, 1948, **33**, 635-643.

Smorodintzen I. A. and Ilin E. A. — The influence of arsenic and antimony compounds on the enzymic functions of the organism — *State Univ. Moscow. Biochem.*, 1928, 201.

Stocken L. A. and Thomson R. H. S. — Reactions of British antilewisite with arsenic and other metals in living systems — *Physiol. Rev.*, 1949, **29**, 168-194.

Stryzowski C. — A new stabilized antidote against poisoning with heavy metal, arsenic and antimony — *Presse Méd.*, 1936, **44**, 780-783.

Termier H. — Rapport sur les gîtes d'antimoine du Maroc central — *Arch. Serv. géol. Maroc*, 1940.

Udgemach H. — Sur un remarquable gisement de chalcostibite au Maroc — *C.R. Ac. Soc. Sc.*, 1919, pp. 918-919.

Urban G. — Experimental discoloration of the skin by some metals and metalloïds — *Arch. Exp. Path. U. Pharmacol.*, 1943, **202**, 337-362.

Vigliani C. E. and Bruck R. — La lutte contre les poussières des mines. Description d'une méthode d'aspiration à travers l'axe de la perceuse — *Med. del. Lavoro*, **35**, 25.

Vitte G. — Amounts of arsenic in hair during chronic intoxication — *Ann. de Méd. lég.*, 1948, **28**, 164-165.

Waldor W. O. — Food poisoning by salts — *Food*, 1931, **20**, 96-98.

Wang C. Y. — Antimony — Charles Griffin and Company Limited - London, 1952.

Westrick M. L. — Physiologic responses attending administration of antimony alone, or with simultaneous injections of Thyroxin — *Proc. Sc. Exp. Biol. and Med.*, 1953, **82**, 56-60.

Williamson J. — Distribution and excretion of antimony in Mice treated with sodium p. melaninyl phenyl stibonate (antimony compound) — *Ann. Trop. Med.*, 149, **43**, 209-212.

Wilson D. — An experiment in toxicology antimony — *Pharm. Jl*, 1928, **120**, 215-216, 225-226.

X... — L'antimoine au Maroc — *L'Echo des Mines et Métall.* (Paris), 1950 (3.419) 161.

X... — L'antimoine — *B. Hyg. Prof. Canada*, 1955, vol. X (5), 2-3.

X... — Les gisements d'antimoine au Maroc — *L'Echo des Mines et Métall.* (Paris), 1950 (3.416) 22,

Table des Matières

AVANT-PROPOS 17

PLAN D'ETUDE 19

CHAPITRE PREMIER. — Généralités sur l'antimoine 21

CHAPITRE II. — L'intoxication stibiée 33

CHAPITRE III. — Nos recherches personnelles sur les mineurs d'antimoine au Maroc 41

CHAPITRE IV. — Considérations étiologiques 67

CHAPITRE V. — Prophylaxie 77

CONCLUSIONS 81

BIBLIOGRAPHIE 83

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers Condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail ; je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine, dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes Confrères si j'y manque.